

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE MICROORGANISMOS
EFICIENTES EN LA ELABORACIÓN DEL COMPOST, DISTRITO
DE LA BANDA DE SHILCAYO - SAN MARTÍN - PERÚ**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

HÉCTOR VELASCO FLORES

TARAPOTO - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE
MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA ELABORACIÓN
DEL COMPOST, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO-
SAN MARTÍN- PERÚ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
HÉCTOR VELASCO FLORES**

**TARAPOTO-PERÚ
2014**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

TESIS

**EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE
MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA ELABORACIÓN
DEL COMPOST, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO-
SAN MARTÍN- PERÚ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
HÉCTOR VELASCO FLORES**

Miembros del Jurado



Ing. M. Sc. César Chappa Santa María
Presidente



Ing. Justo German Silva Del Águila
Secretario

Ing. Elías Torres Flores
Miembro



Ing. M.Sc. Dr. Julio Armando Rios Ramirez
Asesor

DEDICATORIA

A DIOS,

por el amor inmensurable

que me a demostrado, ya que está

cada momento en mi vida, regalándome su amistad,

con quién enfrento los retos y los obstáculos que se me presentan

constantemente. A mis padres Máximo y Adelfina, por el apoyo incondicional

que me brindaron y la motivación constante para salir adelante. Sin olvidar a mis queridos hermanos Javier,

Lucy y Mirela, quienes no dejaron de desfallecer su apoyo moral y comprensión brindada para así poder llevar

a cabo la culminación de este proyecto.

HÉCTOR VELASCO FLORES

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto (UNSM), que a través del Ing. del Ing. M. Sc. Dr. Julio Ríos Ramírez, catedráticos de dicho centro superior de estudios, asesor de la presente tesis contribuyó en la realización del presente trabajo de investigación.
- A los miembros del Jurado, docentes de la Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto (UNSM), quienes con su conocimiento y experiencia colaboraron en la revisión y corrección del presente informe de tesis, contribuyendo a mejorar el presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Agr. M. Sc. Luis Zuñiga Cernades, Co-asesor de la presente tesis y que con su orientación, apoyo y confianza permanente durante la ejecución del presente trabajo de investigación llegue a concluir con éxito mi tesis.
- Al Instituto de Cultivos Tropicales (ICT), por el financiamiento y asesoramiento en la realización del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Agr. M. Sc. Enrique Arévalo Gardini, por su apoyo y confianza al permitirme realizar el presente trabajo de investigación en tan prestigiosa institución.
- Al Ing. Agr. Ángel Tuesta Pinedo, por su amistad y apoyo brindado durante el proceso de ejecución del presente trabajo de investigación.
- Al Bach. Agr. Rolando Ramírez Ríos, por su amistad, confianza y sabias enseñanzas brindadas durante el proceso de ejecución del presente trabajo de investigación.

- A los Ing. Agr. M. Sc. Kadir García Márquez y Betsabe León Tacca, por el apoyo brindado en la fase de procesamiento e interpretación de datos del presente trabajo.
- Al Biol. Juan Arévalo Quevedo, por orientarme en la ejecución y análisis de la presente tesis.
- A los Téc. Agr. Delmar A. Olivera Cayotopa y Jaime Cayotopa Torres, por su apoyo, consejos y recomendaciones en la realización del presente trabajo de tesis.
- A mis compañeros de la Universidad, José Carlos Rojas García y Ray Hannor Vela Viena por su apoyo brindado en el presente trabajo de tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
III. REV ISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Los abonos orgánicos	3
3.2. Clases de abonos orgánicos	3
3.3. Microorganismos eficientes (EM)	22
3.4. Investigación en abonos orgánicos	23
3.5. Valoración de resultados	25
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	27
4.1. Campo Experimental	27
4.2. Componentes en estudio	29
4.3. Análisis de los materiales a usar	30
4.4. Tratamientos en estudio	30
4.5. Diseño Experimental	31
4.6. Características de las unidades experimentales	31
4.7. Ejecución de experimento	31
4.8. Evaluaciones realizadas	36
V. RESULTADOS	40
5.1. Temperatura	40
5.2. % de humedad	40

5.3.	Análisis de caracterización química	41
5.4.	Análisis microbiológico	57
5.5.	Análisis costo beneficio de cada tratamiento	61
VI.	DISCUSIONES	64
6.1.	Temperatura	64
6.2.	% de Humedad	64
6.3.	Análisis Químico	65
6.4.	Análisis microbiológico	87
6.5.	Análisis de Costo/Beneficio del compost	92
VII.	CONCLUSIONES	94
VIII.	RECOMENDACIONES	96
IX.	BIBLIOGRAFÍA	97
RESUMEN		
SUMARY		
ANEXOS		

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Métodos comunes para preparar compost	09

ÍNDICE DE FOTOS

Fotos 1. Corte y picado de rastrojos	33
Fotos 2. Aplicación de microorganismos eficientes	34
Fotos 3. Remoción de los tratamientos	35

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Composición química de los estiércoles en %	6
Cuadro 2. Contenido de N, P ₂ O ₅ y K ₂ O en el estiércol de algunas especies de animales expresados en %	6
Cuadro 3. Producción de estiércol de los animales domésticos	7
Cuadro 4. Composición química de algunos residuos agrícolas	8
Cuadro 5. Parámetros de calidad del compost según el Departamento de Transporte de Michigan	20
Cuadro 6. Concentraciones de cada elemento en un compost maduro	21
Cuadro 7. Características Físico-Químico de los suelos	26
Cuadro 8. Datos meteorológicos registrados durante el experimento de Junio a Noviembre del 2008	28
Cuadro 9. Análisis de caracterización de los materiales a usar en el experimento	30
Cuadro 10. Descripción de los tratamientos en estudio	30

Cuadro 11.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el pH del compost en los Tratamientos	41
Cuadro 12.	Prueba de Duncan al 0.05 % para la Conductividad eléctrica del compost en los tratamientos	42
Cuadro 13.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el porcentaje de materia orgánica	43
Cuadro 14.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el porcentaje de carbono	44
Cuadro 15.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el porcentaje de nitrógeno	45
Cuadro16.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el porcentaje de Carbono/Nitrógeno	46
Cuadro17.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el porcentaje de fósforo (P_2O_5)	47
Cuadro 18.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el porcentaje de potasio (K_2O)	48
Cuadro 19.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el porcentaje de azufre	49
Cuadro 20.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el porcentaje de Calcio	50
Cuadro 21.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el porcentaje de Magnesio	51
Cuadro 22.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el Manganeseo (ppm)	52
Cuadro 23.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el Boro (ppm)	53
Cuadro 24.	Prueba de Duncan al 0.05% para el Hierro (ppm)	54
Cuadro 25.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el Zinc (ppm)	55
Cuadro 26.	Prueba de Duncan al 0.05 % para el Cobre (ppm)	56
Cuadro 27.	Prueba de Duncan al 0.05 % para la población de Hongos (UFC/g. suelo) del compost en los tratamientos	58
Cuadro 28.	Prueba de Duncan al 0.05 % para la población de Bacterias (UFC/g. suelo) del compost en los tratamientos	59
Cuadro 29.	Prueba de Duncan para la población de Nemátodos (Ind.100cc-1suelo)	61

Cuadro 30.	Resumen de la cantidad de compost producido en cada tratamiento	61
Cuadro 31.	Análisis de varianza para la cantidad de compost producido en cada tratamiento (Kg)	62
Cuadro 32.	Prueba de Duncan para la cantidad de compost producido en los tratamientos	63
Cuadro 33.	Relación Costo –Beneficio del compost producido en los tratamiento	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1: Temperatura de los tratamientos evaluados durante el proceso de compostaje	40
Gráfico 2: Humedad de los tratamientos durante el proceso de compostaje	40
Gráfico 3: Potencial de hidrógeno durante el proceso de compostaje	41
Gráfico 4: Conductividad eléctrica de los tratamientos durante el proceso de compostaje	42
Gráfico 5: Porcentaje de materia orgánica en cada tratamiento durante el proceso de compostaje	43
Gráfico 6: Porcentaje de carbono en cada tratamiento durante el proceso de compostaje	44
Gráfico 7: Porcentaje de Nitrógeno durante el proceso de compostaje	45
Gráfico 8: Porcentaje de la relación Carbono/Nitrógeno en cada tratamiento durante el proceso de compostaje	46
Gráfico 9: Porcentaje de Fósforo (P_2O_5) durante el proceso de compostaje	47
Gráfico 10: Porcentaje de Potasio (K_2O) en cada tratamiento durante el proceso de compostaje	48

Gráfico 11: Porcentaje de Azufre (S-SO ⁴) en cada tratamiento durante el proceso de compostaje	49
Gráfico 12: Porcentaje de Calcio (Ca), en cada uno de los tratamientos durante el proceso de compostaje	50
Gráfico 13: Porcentaje de Manganeseo (Mg), durante el proceso de compostaje en los tratamientos	51
Gráfico 14: Partes por millón (ppm) del manganeso (Mn), en cada tratamiento durante el proceso de compostaje	52
Gráfico 15: Partes por millón (ppm) del Boro (B), en cada uno de los tratamientos	53
Gráfico 16: Partes por millón (ppm) del hierro (Fe), en cada uno de los tratamientos durante el proceso de compostaje	54
Gráfico 17: Partes por millón (ppm) del Zinc (Zn), en cada uno de los tratamientos	55
Gráfico 18: Partes por millón (ppm) del Cobre (Cu), en cada uno de los tratamientos durante el proceso de compostaje	56
Gráfico 19: Población de hongos (UFC/g. suelo), en cada uno de los tratamientos encontrados en el experimento	57
Gráfico 20: Fluctuación poblacional de los diferentes hongos (UFC/g. suelo)	57
Gráfico 21: Población de Bacterias (UFC/g. suelo), en cada uno de los Tratamientos	58
Gráfico 22: Fluctuación poblacional de los diferentes géneros de bacterias (UFC/g. suelo), encontrados en el experimento	59
Gráfico 23: Población de nemátodos (Ind.100cc ⁻¹ suelo), encontrados en cada tratamiento durante el proceso de compostaje	60

Gráfico 24: Fluctuación poblacional de los diferentes géneros de nemátodos
(Ind.100cc⁻¹suelo), encontrados en el experimento

60

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de compostaje es una de las técnicas de transformación, descomposición y degradación de la materia orgánica, donde intervienen microorganismos que aceleran su transformación en nutrientes disponibles y aprovechables por las plantas, los cuales al ser ayudados por microorganismos eficientes pueden acelerar la descomposición de la materia orgánica. Esta actividad podría disminuir los costos de producción e incrementar la disponibilidad de elementos que componen los materiales originarios, los cuales sufren pérdidas por diversos factores a través del tiempo.

En tal sentido se pretende desarrollar tecnologías, que puedan ser adoptados y adaptadas fácilmente por los agricultores, donde los costos de producción son altos y el tiempo de descomposición es prolongado, y evitar la dependencia de uso de fertilizantes químicos, causantes de problemas ambientales y degradación del suelo. La producción de abono orgánico es una alternativa para los productores, usando residuos orgánicos y estiércoles de animales domésticos.

El trabajo pretende acelerar la producción de compost en forma eficiente a través de la utilización de microorganismos eficientes concentrados, que conllevan a una rápida degradación de la materia orgánica, nutrientes de fácil aprovechamiento por las plantas, para producir compost a escala que garanticen la rentabilidad y sostenibilidad de los cultivos.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ❖ Evaluar la respuesta de la incorporación de microorganismos eficientes en el proceso de descomposición de la materia orgánica, entre los meses de junio a Noviembre del 2009, desarrollados en el Instituto de Cultivos Tropicales (ICT)-Banda de Shilcayo.

2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Determinar el tiempo de descomposición de la materia orgánica.
- ❖ Determinar el efecto de los microorganismos eficientes en la calidad del compost.
- ❖ Determinar la relación costo / beneficio de los tratamientos.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Los abonos orgánicos

Son compuestos constituidos por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objetivo de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas (Sánchez, 2003).

El abono orgánico es un complejo biológico, en el cual la materia orgánica se degradada en un material relativamente estable, parecido al humus. La mayoría de los abonos se transforman bajo condiciones aeróbicas de manera que los problemas de olor son minimizados. Al concluir la descomposición, el compost tiene un color café oscuro o negro, con un ligero olor a tierra o a moho y una textura suelta. En su última etapa el compost, no se recalienta cuando se voltea, tomando una temperatura constante (Porvenir, 2001).

3.2 Clases de abonos orgánicos

Grupo Latina (2006), menciona que podemos disponer de diferentes clases de abonos orgánicos, entre los cuales destacan los siguientes:

- Estiércol.
- Residuos de Cosecha.
- Compost.
- Residuos de la Agroindustria.
- Abonos verdes.
- Abonos Líquidos.

- Humus de lombriz.

3.2.1. Estiércol

Es una mezcla de materia fecal y alimento no digerido, procedente del tracto digestivo de los animales, contienen residuos no digeridos y otros factores digestivos como enzimas, jugos gástricos, pancreáticos y células muertas del tracto intestinal, bacterias vivas y muertas del colón, así como productos de desecho del metabolismo (Grupo Latina, 2006), generalmente entre el 60 a 80 % de lo que consume el animal lo elimina como estiércol (Sánchez, 2003).

Los abonos orgánicos de origen animal pueden ser clasificados de la siguiente manera:

- a) Los abonos calientes.-** Constituidos por estiércol de pollos, pavos y palomas, los cuales son de carácter volátil, puesto que sus nutrientes son menos estables (Grupo Latina, 2006).
- b) Los abonos frescos o fríos.-** Provenientes del ganado vacuno y caballos, estos abonos tienen contenidos de 2.0, 3.5 y 2.5 % de N respectivamente, los cuales son considerados más estables, ya que esto está en función de la flora microbiana y la naturaleza molecular del nitrógeno (Grupo Latina, 2006).

3.2.1.1 Manejo del estiércol

Previo a su utilización, el estiércol debe someterse a un proceso de fermentación para que los nutrientes se tornen asimilables para las plantas y

se originen los compuestos húmicos, que desempeñan función esencial para el cultivo. La fermentación del compost debe ser lenta, para dar tiempo a que el amoníaco que se forma pueda ser absorbido y al mismo tiempo evitarse consumo excesivo de materia orgánica, como sucede cuando la fermentación es rápida (Grupo Latina, 2006).

3.2.1.2 Composición del estiércol

Según Grupo Latina (2006), comenta que el estiércol no es un abono de composición fija, esta depende de la edad de los animales del que procede, de la especie (Cuadro 1), de la alimentación a que son sometidos, trabajo que realizan, aptitud, naturaleza y composición de camas, etc. Un animal joven consume mayor cantidad de nitrógeno y fósforo que un animal viejo y las deyecciones de aquel contienen pues, menor cantidad de esos elementos.

Los animales viejos habiendo cesado de crecer, asimilan los alimentos únicamente las cantidades necesarias para cubrir las pérdidas y dan estiércol más rico en elementos fertilizantes. Los orines del ganado abundan en nitrógeno(N) y sobre todo en potasa (K), y contienen ácido fosfórico, el cual se encuentra todo en las deyecciones sólidas. La composición mineralógica de cada uno de los excrementos tiene el siguiente orden: "estiércol de ovino, gallinaza, estiércol de equino, estiércol de bovino, estiércol de porcino" (Cuadro 1).

Cuadro 1: Composición química de los estiércoles en porcentajes (%).

Fuente	Tipo	Sustancia Orgánica	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ovino	Líquida	8	1.6	0.1	2.3
	Sólida	30	0.6		0.3
Gallinaza	Sólida	25	1.4	0.1	2.1
Equino	Líquida	7	1.2	0.1	1.6
	Sólida	23	0.5	0.3	0.3
Bovino	Líquida	5	1	0.1	1.6
	Sólida	18	0.4	0.2	0.1
	Mixta	10	0.6	0.2	0.1
Porcino	Líquida	2	0.3	0.4	0.9
	Sólida	16	0.6		0.3
Fuente: Grupo Latina (2006).					

El contenido de N, P₂O₅ y K₂O en el estiércol de algunas especies animales es muy variado, dependiendo de la especie (Cuadro 2), de la alimentación, del trabajo que realizan, aptitud y naturaleza de cada uno de ellos (Sardi, 1990).

Cuadro 2: Contenido de N, P₂O₅ y K₂O en el estiércol de algunas especies animales expresado en porcentaje

Especie	Nitrógeno	Ácido Fosfórico	Potasio
Oveja	2.5	1.5	1.5
Cabra	1.35	1.4	3.6
Gallinaza	4.5	3.2	1.35
Vaca	1.34	0.9	0.85
Cerdo	1.75	1.75	1
Fuente: Sardi (1990).			

3.2.1.3 Producción de estiércol por los animales.

En el Perú el estiércol fresco producido diariamente por animal, depende de la especie y de la cantidad de alimento suministrado (Morales, 2003).

Cuadro 3: Producción de estiércol de los animales domésticos.

Tipo de estiércol	Cantidad de estiércol Kg/día
Vacuno	16
Ovino	1,8
Equino	12
Porcino	2,3
Gallinaza	0,06
Cuyes	0,11
Fuente: Morales (2003).	

Durante la conservación del estiércol, está sujeto a pérdidas de peso y volumen: 100 Kg de estiércol fresco maduro, se reducen a 75 a los 3 meses, y de 50 a 60 a los 8 meses (Grupo Latina, 2006).

3.2.2. Residuos de Cosecha.

Los residuos de cosecha, son aquellos desperdicios de cultivos, como: fibras, cutículas, cáscaras, bagazos, rastrojos, restos de podas, frutas, etc., procedentes de diversas especies cultivadas y que se encuentran en el campo (Sztern y Pravia, 1999).

3.2.2.1 Composición química de los residuos.

El compost se puede preparar de cualquier material vegetal o animal. El pequeño productor puede utilizar los residuos de cosecha, los desechos orgánicos de la casa y las excretas de los animales, etc., para preparar su compost (Soto, 2003).

En el Cuadro 4, se aprecia que la composición mineralógica de los materiales a usar para la elaboración del compost es variable, los cuales dependen del tipo de rastrojo a usar.

Cuadro 4. Composición química de algunos Residuos Agrícolas

Materiales	%					mg/Kg			
	N	P	Ca	Mg	K	Fe	Cu	Zn	Mn
Broza de café	2,0-3,2	0,3	4,3	1,8	0,4	590	30	22	94
Cachaza	1,3	0,7	2	0,2	0,4	15700	73	116	519
Pulpa de naranja	0,84– 1,0	0,11	0,5	0,09	1	45	9	16	11
Pulpa de piña	0,81	0,12	0,4	0,15	1,22	366	10	14,7	86
Banano de rechazo	0,8	0,58	0,45	0,4	6,45	194	5,8	13	63
Pinzote de banano	0,9-1,5	0,13	0,4	0,2	8,2	85	17	14	75
Vinazas	0,4	0,1	1,1	0,6	4,9	1567	44	127	81
Fuente: Soto (2003).									

3.2.3. Compost

El compost es un abono orgánico que resulta de la descomposición del estiércol de animales con residuos vegetales, los cuales son mezclados en un "Montón o Pila" y dejados en reposo por algún tiempo, para que actúen sobre él los microorganismos que descomponen estos residuos (Sánchez, 2003).

3.2.3.1 Métodos de hacer compostaje.

Existen muchos métodos o procedimientos para preparar el compost, la diferencia está en que algunos son más ricos que otros en algunos elementos nutritivos, dependiendo de los materiales y el proceso que se utilice (Sánchez, 2003), el mismo autor menciona tres métodos más comunes que se utilizan (Fig. 1)

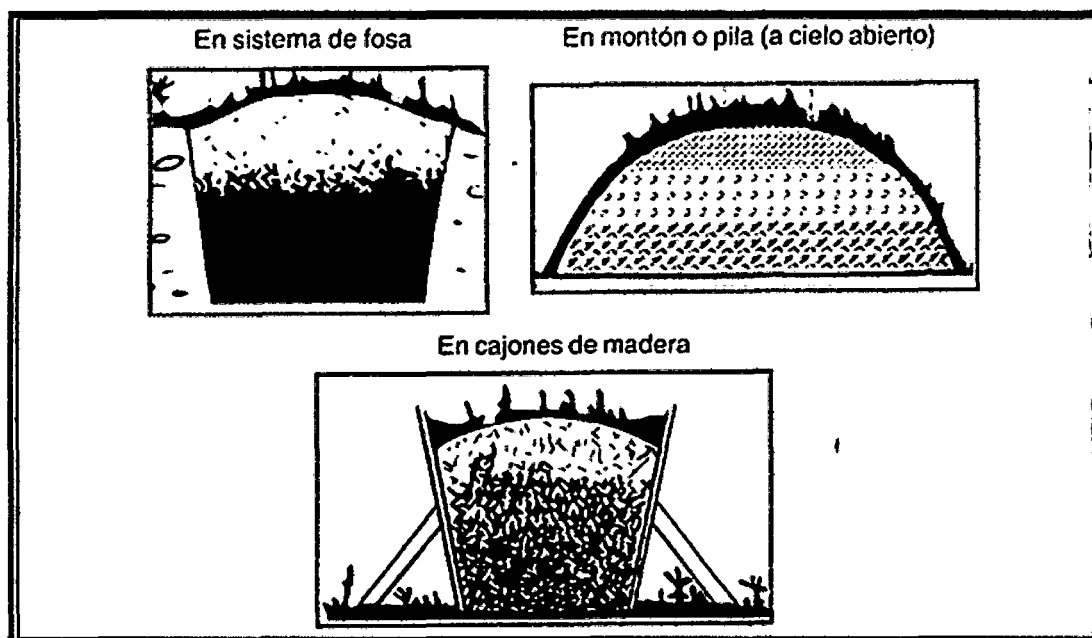


Figura 1: Métodos Comunes para preparar compost

Fuente: Grupo Latina (2006).

En los tres sistemas, el orden de colocación de los materiales orgánicos es el mismo. En el sistema de fosa se corre el riesgo de que la descomposición se realice en unas condiciones anaeróbicas (sin aire), lo cual puede retrasar el proceso y dañar la calidad del abono, ya que quedan residuos contaminantes el no alcanzar la temperatura requerida (Sánchez, 2003).

3.2.3.2 Elaboración de compost

Para la elaboración de abonos orgánicos (compost), el primer paso es espaciar los materiales, acomodando los mismos sin comprimirlos, formando una pila agregando los materiales por capas. El orden es variable dependiendo de la tecnología utilizada, pero es importante la estabilidad de la pila a medida que aumentan las capas. Humedecer las capas sin que exista exceso de agua (Trinidad y Santos, 1999).

Gray y Biddleston (1981), sostienen que el primer paso para la elaboración de compost, es la elección del lugar en donde se va a elaborar el mismo, debe ser un lugar ventilado, con una fuente cercana de agua y debe estar orientada de tal manera que el sol le llegue todo el día. Una vez que ya tenemos determinado el lugar, pasamos a la selección de los materiales. Los materiales que se necesitan son los restos de cosecha y restos orgánicos de cocina, además se necesita cualquier tipo de estiércol de animales ya sea vacunos, ovinos, porcinos, caprinos, aves. Luego se procede a la formación de las camas de compost que requiere de los siguientes pasos:

1. Se nivela el terreno.
2. Se esparce tierra de cultivo como primera capa.
3. Se procede a colocar la capa que corresponde a los rastrojos de cosechas.
4. Se colocan tubos de PVC de 10 centímetros de diámetro (uno cada metro cuadrado), los que servirán como respiraderos.
5. Se procede a colocar la segunda capa, la cual corresponde al estiércol, esta capa debe tener una altura de 20 centímetros.
6. Seguido se humedece toda la cama, tratando de humedecerla por completo.
7. Se rosea cal o ceniza por toda la cama, empleando media pala por metro cuadrado.
8. Se repite la misma operación hasta alcanzar una altura promedio de 1,20 m a 1,50 m.
9. Finalmente se cubre toda la cama con paja, para mantener la temperatura y evitar la evaporación de la humedad en la cama.
10. Cada 3 semanas se debe voltear las camas y repetirse el proceso.

3.2.3.3 Etapas en el proceso de compostaje

Cerisola (1989), explica que el proceso de compostaje puede dividirse en cuatro períodos, atendiendo a la evolución de la temperatura.

- **Mesolítico.**-La masa vegetal está a temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente como consecuencia de su actividad metabólica, produciéndose ácidos orgánicos que hacen bajar el pH.

- **Termofílico.**-Cuando se alcanza una temperatura de 40 °C, los microorganismos termófilos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco y el pH del medio se hace alcalino, alcanzando valores de 50 a 75°C. A los 60 °C estos hongos termófilos desaparecen y aparecen las bacterias esporígenas y actinomicetes. Estos microorganismos son los encargados de descomponer las ceras, proteínas y hemicelulosa.
- **De enfriamiento.**-La temperatura decrece apareciendo los hongos. Cuando la temperatura es menor a 60 °C, reaparecen los hongos termófilos que reinvaden el mantillo y descomponen la celulosa. Al bajar de 40°C los mesófilos también reinician su actividad y el pH del medio desciende ligeramente.
- **De maduración.**-Es un período que requiere meses a temperatura ambiente, durante de los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus.

Catie (2005), reporta que el proceso de compostaje es una descomposición de la materia orgánica predominantemente aeróbica, la cual se puede dividir en tres fases:
 - **Fase inicial:** Ocurre la descomposición rápida de los materiales más fáciles como azúcares, proteínas, almidones.
 - **Fase de altas temperaturas:** En esta fase se descomponen los materiales más complejos como la celulosa y la lignina. En esta fase hay una gran actividad de microorganismos activos (bacterias y hongos).
 - **Fase de síntesis:** Ocurre una disminución de la temperatura y es la etapa en donde se forman las sustancias húmicas (este fase tiene lugar cerca de los 200 días). La relación C/N comparada con la inicial es baja.

3.2.3.4 Factores en el proceso de compostaje

En el proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos organismos puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedora se necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación (Gray y Biddleston, 1981). Los factores a considerar en el proceso de compostaje, son los siguientes: pH, humedad, temperatura, microorganismos y la relación C/N (Catie, 2005).

A. Temperatura

En el proceso de compostaje las temperaturas del intervalo 35-55 °C, son óptimas para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas, ya que a temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados, la temperatura debe ser tomada en el núcleo del camellón. Es conveniente, realizar más de una lectura por metro lineal de camellón y promediar los resultados (Gray y Biddleston, 1981).

La temperatura durante el proceso de compostaje se debe a la gran actividad microbiana en la mineralización de los materiales orgánicos. La temperatura del compostaje puede ser manejada según los objetivos del productor de abonos orgánicos. Temperaturas de 45-55°C favorecen la velocidad de descomposición y temperaturas menores de 45 °C favorecen la

diversidad microbiana, así como disminuyen la volatilización de nitrógeno (Catie, 2005).

B. Humedad

La humedad idónea para una biodegradación con franco predominio de la respiración aeróbica, se sitúa en el orden del 15 al 35 % (del 40 al 60 %, sí se puede mantener una buena aireación). Humedades superiores a los valores indicados producirían un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, con lo que el medio se volvería anaerobio, favoreciendo los metabolismos fermentativos y las respiraciones anaeróbicas. Si la humedad se sitúa en valores inferiores al 10%, desciende la actividad biológica general y el proceso se vuelve extremadamente lento (Sztern y Paravia, 1999).

El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85% mientras que para el material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60% (Gray y Biddleston, 1981). El contenido de humedad durante el proceso de compostaje, tiende a disminuir, dependiendo de la frecuencia del volteo y de las condiciones climáticas (Catie, 2005).

C. pH

El rango de pH tolerado por las bacterias en general es relativamente amplio, existen grupos fisiológicos adaptados a valores extremos. No obstante pH cercano al neutro (pH 6,5-7,5, ligeramente ácido o

ligeramente alcalino nos asegura el desarrollo favorable de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores de pH inferiores a 5,5 (ácidos) inhiben el crecimiento de la gran mayoría de los grupos fisiológicos. Valores superiores a 8 (alcalinos) también son agentes inhibidores del crecimiento, haciendo precipitar nutrientes esenciales del medio, de forma que no son asequibles para los microorganismos. Durante el proceso de compostaje se produce una secesión natural del pH, que es necesaria para el proceso y que es acompañada por una sucesión de grupos fisiológicos (Sztern y Pravia, 1999).

El pH influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH=6-7,5) (Gray y Biddleston, 1981). En la fase inicial ocurre una caída, debido a la liberación de ácidos orgánicos de la materia orgánica. Conforme el proceso de descomposición continua, estos ácidos orgánicos son descompuestos liberándose bases (Ca, Mg) y altos contenidos de amoníaco que ayudan a elevar el pH (Catie, 2005).

El pH va de la mano con la temperatura, sobre todo en el cambio de la fase mesofílica a termofílica, la velocidad de descomposición de residuos municipales difiere muy poco en rangos de pH entre 5 y 8 a temperaturas de 36°C. Sin embargo, si la temperatura sube a 46°C disminuye la velocidad de descomposición a pH bajos, y se incrementa si el pH está por encima de 6,5; esta diferencia se puede explicar por la sensibilidad de las comunidades de

microorganismos al efecto combinado de condiciones de acidez y temperatura. Los microorganismos pueden tolerar factores ambientales extremos, por ejemplo altas temperaturas o bajos pH, pero no los dos al mismo tiempo (Sundberg, 2004).

D. Oxigenación

Otro factor determinante para obtener un producto de buena calidad al corto plazo es la presencia de oxígeno durante el proceso de compostaje, indispensable para la actividad microbiana aeróbica. Para favorecer una buena oxigenación se debe manejar un volteo frecuente, un tamaño de partícula adecuado, agregar a la mezcla materiales que permitan una mejor aireación, y un manejo adecuado del agua (Soto, 2003).

El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial, la concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia del volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada. La aireación es conjuntamente con la relación C/N uno de los principales parámetros a controlar en el proceso de compostaje aeróbico, como consecuencia de una mala aireación la concentración de oxígeno alrededor de las partículas baja a valores inferiores al 20% (concentración normal en el aire), se producen condiciones favorables para el inicio de las fermentaciones y las respiraciones anaeróbicas (Gray y Biddleston, 1981).

E. Relación Carbono/Nitrógeno

La relación C/N, expresa las unidades de carbono por unidades de nitrógeno que contiene un material. El carbono es una fuente de energía para los microorganismos y el nitrógeno es un elemento necesario para la síntesis proteica. Una relación adecuada entre estos dos nutrientes, favorecerá un buen crecimiento y reproducción. En términos generales, una relación inicial de 20 a 30 se considera como adecuada para iniciar un proceso de compostaje. Si la relación está en el orden de 10 nos indica que tiene relativamente más nitrógeno. Un material que presente una C/N superior a 30, requerirá para su biodegradación un mayor número de generaciones de microorganismos, y el tiempo necesario para alcanzar una relación C/N final entre 12-15 (considerada apropiada para uso agronómico) será mayor. Si el cociente entre estos dos elementos es inferior a 20 se producirán pérdidas importantes de nitrógeno (Gray y Biddleston, 1981).

La relación Carbono/Nitrógeno, puede variar según el tipo de organismo, ya que las bacterias tienen un contenido proteínico mucho mayor que los hongos, llegando a ser hasta el 55% de su peso, mientras que los hongos como *Aspergillus*, tienen en su pared celular un 53% de glucosa y 19 % de quitina. Esto lógicamente hace que bacterias requerirán de sustratos con contenidos de nitrógeno más altos que los hongos (Soto, 2003).

En el proceso de descomposición aproximadamente el 65% del carbono es liberado como CO₂ y el 35% resultante es utilizado por los microorganismos en las síntesis de sus propios tejidos del humus (Grupo Latina, 2006).

En el caso de la gallinaza, especialmente se ha visto que en la primera semana se puede perder por volatilización hasta el 85 % de amonio, si el manejo y las mezclas no son las adecuadas (Catie, 2005).

F. Microorganismos

Los microorganismos de interés en el compostaje son organismos heterótrofos que utilizan compuestos orgánicos como fuente de energía y desarrollan tejido celular a partir de nitrógeno, fósforo, carbono y otros nutrientes necesarios. Los organismos responsables de la transformación biológica de los materiales orgánicos en compost son los hongos, las bacterias y actinomicetos (Silva y López, 2003).

Las bacterias, son el primer grupo más importante de microorganismos durante el primer paso del compostaje y la parte más activa, los cuales tienden a dominar gracias a su corto tiempo de duplicación, utilizando sustratos simples y disponibles, muchos de los cuales pueden vivir en altas temperaturas y bajas tensiones de oxígeno (Palmisano y Barlaz 1999, citado por Kall 2007). La mayoría de las bacterias en el proceso de compostaje son aerobias, aunque también existen algunas especies facultativas dependiendo de las condiciones del ambiente en que ocurre la biodegradación del sustrato (Silva y López, 2003).

Los hongos son muy importantes en la descomposición de materia orgánica compleja y de la celulosa que es una de las partes más resistentes de la materia orgánica, la que en algunos materiales representa hasta el 60 % de

la masa total. Los hongos se destruyen a temperaturas superiores a 55 °C, aunque algunos permanecen en estado de latencia reactivándose en la etapa de enfriamiento del compost (Silva y López, 2003).

Una vez terminada la fase térmica se da inicio al proceso de maduración del compost. En esta etapa ocurre la recolonización por organismos mesofílicos (organismos cuya temperatura óptima de crecimiento se sitúa entre los 20-40 °C), dentro de los cuales se cuentan microorganismos de los géneros *Bacillus*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Gliocladium* y otros, los cuales son antagónicos a organismos fitopatógenos (Hoitink *et al*, 1997 citado por Arauz 2003).

Dentro de los microorganismos que encontramos en el compost, podemos describir a los nemátodos, los cuales son los más numerosos de los animales sobre la tierra dentro del reino Metazoa. Dichos animales son depredadores de nemátodos y de otros animales (basándose principalmente de bacterias para su alimentación) (Volcy, 1997).

3.2.3.5 Características del compost

Las características de un buen compost están determinadas generalmente por las características químicas y biológicas que tiene el material, además de tener un color marrón a oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque, además y tiene que tener una elevada carga enzimática y bacteriana, que aumenta la solubilización de los nutrientes, haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide

que estos sean lavados por el agua de riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo (Sánchez, 2003).

Los criterios para definir la calidad de un abono orgánico están determinados por el uso que se le dé al abono y el objetivo que se busque con el mismo, para lo cual, por tal efecto se ha definido criterios de calidad de los materiales que utiliza con base en su uso. De los principales criterios que se utiliza son el tamaño de partícula y la coloración del material (Cuadro 5).

Cuadro 5: Parámetros de calidad del compost según el Departamento de Transportes de Michigan

Parámetros de Calidad	Michigan DOT*	US DOT*
Materias primas preferidas		Materiales orgánicos, hojas y
		desechos de jardín
Tamaño de partícula	Máximo 2,2 mm	12 mm para siembra
		25 mm para control de erosión
Color/Olor	Café oscuro a negro	Café oscuro/Olor suelo
Contenido de Materia	10-50 %	50%
Relación Carbono :Fósforo	-	120:1 a 240:1
Sales solubles	1 – 7 mmhos	-
Contenido de humedad	No agua visible	10%
Estabilidad	Temperatura ambiental	Por temperatura y olor.
		4 a 8 semanas de madurez
Inertes	Menos de 1%	2 % máximo

Fuente: Meléndez y Soto (2003).

3.2.3.6 Composición química y microbiológica del compost

La calidad de un compost es usualmente determinado por parámetros químicos los cuales dan una determinación exacta de cada sustancia, y los parámetros biológicos los cuales permiten evaluar la estabilidad del compuesto como un todo (Meléndez y Soto, 2003).

El compost maduro, luego de su cosecha luego debe contar con niveles permitidos de contaminantes y concentraciones químicas de un compost comercialmente aceptable (Cuadro 6).

Cuadro 6: Concentraciones de cada elemento en un compost maduro

Característica/Elemento	Unidades	Concentración
Cd	ppm	100
Pb	ppm	250
Hg	ppm	10
Zn	ppm	2500
Cr	ppm	1000
Ni	ppm	200
Cu	ppm	1000
PCB	ppm	<1
Dioxinas	ppt	<27
Contenido Humedad	%	50 a 60
Olor		Tierra
pH		5 a 8
Granulometría	mm	<10
Agentes patógenos		Ausentes
N	%	>0,6
P ₂ O ₅	%	>0,5
K ₂ O	%	> 0,3
Materia Orgánica	%	> 30
C/N	% peso	<20
Materia Inerte		< 4
Conductividad	mmhos/cm	<2
Libre de semillas malas		
Fuente: Ruíz y Montes (2004).		

3.3. Microorganismos eficientes (EM)

Los Microorganismos Eficaces (EM) son una mezcla de bacterias fotosintéticas o fototróficas (*Rhodopseudomonas* sp.), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* sp.) y levaduras (*Saccharomyces* sp.) en concentraciones superiores a 100.000 unidades formadoras de colonias por mililitro de solución (10⁵ UFC/ml) (Silva, 2009). Estos microorganismos eficientes, no son manipulados genéticamente, estos están presentes en forma armónica, simultánea y fisiológicamente compatibles, que actúan en las actividades de producción y la vida diaria, coadyuvando en distintos procesos físicos químicos y biológicos (Teruo, 2003).

3.3.1 Función de los Microorganismos Eficientes.

Los microorganismos eficientes son una mezcla de diferentes tipos de microorganismos (levaduras, bacterias fotosintéticas y bacterias ácido lácticas), todos ellos benéficos, que poseen propiedades de fermentación, producción de sustancias bioactivas, competencia y antagonismo con patógenos, lo cual ayuda a mantener un equilibrio natural entre los microorganismos que conviven en el entorno, trayendo efectos positivos para la salud y el ecosistema, los cuales se detallan a continuación (Teruo, 2003).

- Las levaduras (*Saccharomyces* sp.). Sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles para el crecimiento de las plantas a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas producidas por las levaduras como las hormonas y enzimas, promueven la división activa de las células (Teruo, 2003).

- Las bacterias fotosintéticas del grupo de (*Rhodopseudomonas* sp). Son microorganismos independientes y autosuficientes, los cuales sintetizan sustancias útiles a partir de las secreciones de las raíces, materia orgánica y/o gases nocivos (Ej. Amoníaco y sulfuro de hidrógeno), usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, los cuales promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas (Teruo, 2003).
- Las bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus* sp). Producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos desarrollados por bacterias fotosintéticas y levaduras. Han sido usadas por mucho tiempo en la producción de alimentos como el yogurt, leches ácidas y pepinillos. Pero además el ácido láctico es un compuesto altamente esterilizador que suprime microorganismos patógenos e incrementa la rápida descomposición de la materia orgánica (Teruo, 2003).

3.4. Investigación con abonos orgánicos.

3.4.1 Caracterización química y microbiológica de abonos orgánicos.

Fonseca (2006), encontró niveles altos de minerales en el tratamiento T4 (estiércol de ovino + hoja de eritrina+ magnecal), tales como: (1.59 %), Fósforo (2,48 %), Potasio (1,50 %), materia orgánica (70, 0 %), Calcio (8,0 %) y magnesio (2,5 %).

Leveau (2009), encontró niveles altos de temperatura, al inicio del proceso de compostaje, siendo el tratamiento T1 (gallinaza + rastrojo de piña), con 49 ° C; describe que el tratamiento que obtuvo las mejores características

químicas fue el T2 (Gallinaza + Rastrojo de plátano), con concentraciones de minerales tales como : pH (8. 29 %), nitrógeno (1.19 %), fósforo (1.55 %), potasio (1.74 %), calcio (7.11 %), magnesio (0.76 %), hierro (2797.26 ppm) y manganeso (664.17 ppm); mientras que el tratamiento que obtuvo las mayores poblaciones de microorganismos fue el T2 (Gallinaza + Rastrojo de plátano), con los siguientes resultados: Hongos (19 556 UFC /gr Suelo), bacterias ($3,8 \times 10^7$ UFC/gr Suelo) y nemátodos (102 indiv. / 100 g de suelo). Leveau (2009), encontró que el tratamiento T0 (Malezas + rastrojos), es el quien ha obtenido la menor cantidad de compost (45.67 Kg), con un porcentaje de reducción de 77.33 %, a diferencia del tratamiento con mezcla de gallinaza + malezas, quienes obtuvieron la mayor cantidad de compost (136, 33 Kg), con un 32 % de reducción con una relación costo beneficio de 52.46 %, es decir que por cada sol invertido se tiene una ganancia de 0.48 nuevos soles.

3.4.2 Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso de compostaje

Cariello *et al* (2007), nos menciona que el porcentaje de materia orgánica, disminuyó a medida que avanzó el proceso de compostaje, siendo mayor en los dos primeros meses. Al tratarse de residuos sólidos urbanos se partió de un valor alto, de 80,6 % y a los tres meses se obtuvo un valor de 51,7% en las pilas testigo y de 62,8 % en las inoculadas. Esta proporción se mantuvo con algunas oscilaciones hasta el final del proceso a la semana 20.

La concentración de sales encontradas en el compost, resultan ser muy disímiles entre las distintas pilas. Los valores hallados en las pilas inoculadas como sin inocular a los cinco meses variaron entre 0,57 y 3,95 dScm⁻¹. Estos valores guardan relación con las concentraciones de Ca⁺⁺, K⁺ y Na⁺ y no constituyeron en nuestro caso un buen indicador de madurez (Cariello *et al*, 2007).

3.5. Valoración de Resultados.

En el Cuadro 7, se describe los diferentes valores encontrados para distintos parámetros encontrados en un análisis del suelo.

Cuadro 7: Características Físico- Químico de los suelos

pH (pasta saturada)			
Valor normal entre 6.5 - 7.5			
Para suelos calcáreos entre 7,9 - 8,3			
Valores superiores a 8,5, indican SI elevado			
Conductividad eléctrica (Extracto saturado)			
0-2	mmhos/cm a 25°C	suelo no salino	
02-abr	mmhos/cm a 25°C	suelo ligeramente salino	
04-ago	mmhos/cm a 25°C	suelo moderadamente salino	
ago-16	mmhos/cm a 25°C	suelo fuertemente salino	
> 16	mmhos/cm a 25°C	suelo muy fuertemente salino	
Cationes (%)			
	Bajo	Medio	Alto
Na	6 a 8	8 a 15	> 15
K	0.26 -0.51	0.39-0.77	0.51-1.02
Mg	<1.25	1.25-3.0	>3.0
Nitrógeno Nítrico	25.0 ppm	Valor medio para cultivos tropicales	
Fósforo(Olsen)	60,0ppm	Valor medio suelo de textura gruesa	
	40,0 ppm	Suelo de textura fina	
Materia orgánica	< 1,0 %	Muy bajo	
	ente 1,0 -1,5	Bajo	
	> 1,5	Normal	
Microelementos (mg/kg)			
Hierro	< 2,5	Bajo	
	entre 2,5 y 4,5	Medio	
	< 4,5	Adecuado	
Manganeso	< 1,0	Bajo	
	>1.0	Adecuado	
Cobre	<2.0	Bajo	
	>2.0	Adecuado	
Zinc	< 0,5	Bajo	
	entre 0,5 y 1,0	Medio	
	> 1,0	Adecuado	
Materia orgánica (%)			
	Regadío	Secano	
Alto	2,5 a 3,10	2.00 a 2.40	
Normal		1,9 a 2,00	
Bajo		0,95 a 1,55	
Nitrógeno y C/N			
	Nitrógeno	Fósforo	Relación C/N
Alto	Mayor de 018 %		
Normal	de 0,10 a 0,15 %	Menor de 5 ppm	de 11 a 3
Bajo	de 0,05 a 0,08 %	mayor de 10 ppm	de 9 a 8
Muy Bajo	menor de 0,05 %		menor de 8
Fuente: Domenech v Jackson (1995).			

Fuente: Domenech y Jachson (1995).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Campo experimental

4.1.1 Ubicación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Estación Experimental–Juan Bernito, del Instituto de cultivos tropicales (ICT), durante los meses de junio a diciembre del 2010.

a. Ubicación Geográfica

Latitud sur	:	6 ° 32´
Latitud oeste	:	76° 17´15´´
Altitud	:	333 msnm
Ecosistema	:	Bosque estacional semi- siempre verde

b. Ubicación Política.

Departamento	:	San Martín
Provincia	:	San Martín.
Distrito	:	Banda de Shilcayo.
Lugar :	Estación experimental “Juan Bernito”	

4.1.2 Historia del campo.

El terreno donde se realizó el presente trabajo de investigación, pertenece al área de producción de abonos orgánicos del “ICT”.

4.1.3 Vía de acceso

Carretera Fernando Belaúnde Terry, para doblar en el óvalo de periodistas a 600 metros aproximadamente, con dirección a la carretera Yurimaguas, para luego tomar una trocha carrosable de 800 metros aproximadamente hasta la estación experimental “Juan Bernito” – ICT.

4.1.4 Características climáticas

Las mayores temperaturas ambientales, que se registran en la estación experimental – Juan Bernito, son entre los meses de agosto y octubre, con precipitaciones a inicios del año muy bajas, para luego existir un aumento excesivamente prolongado a finales del año (Cuadro 8).

Cuadro 8: Datos meteorológicos registrados durante el Experimento de Junio a Noviembre del 2008.

Meses	Temperatura (°C)		PP ^a (mm)	HR ^b (%)
	Mínima	Máxima		
Junio	30,7	24,2	20,8	80,15
Julio	31,4	20,2	14	78,99
Agosto	33,2	20,8	6,4	73,55
Septiembre	31,3	20,7	33,4	70,04
Octubre	32,5	21,6	88,6	77,71
Noviembre	32,2	22,2	76	79,8
Total	191,3	129,7		460,24
Promedio	31,88	21,62	239,2	76,71

^a Precipitación expresada en milímetro

^b humedad relativa expresada en porcentaje

Fuente: Estación Meteorológica del ICT, Tarapoto.

4.2 Componentes en estudio

- Vacaza. Fue procedente del establo “La granja”, en un estado físico sólido.
- Gallinaza. La cual fue obtenida de la planta de abonos orgánicos del ICT, el cual se encontraba en un estado inactivo, recolectados hace varios años atrás de granjas avícolas cercanas a la E.E “Juan Bernito”.
- Rastrojos. Este fue utilizado proporcionalmente de acuerdo a la cantidad usada en cada experimento (0,35:0,35:0,15:0,15), usando como rastrojos el de piña, malezas, cáscara de cacao y maracuyá, los cuales fueron recolectados de las áreas experimentales de cada cultivo.

Las malezas empleadas fueron los que se conoce comúnmente como: Arrocillo (*Rottboellia exaltata*), Centrosema (*Centrosema macrocarpum*), Vergonsoza (*Mimosa* sp.) y Braquiaria (*Brachiaria* sp.), Maní forrajero (*Arachis pintoii*), Ajonjolí (*Sesamun indicum*).

- Emcompost (EM). Este producto fue utilizado de una distribuidora de productos orgánicos, y se usó a razón de 1Lt de Emcompost por 10 TM de material a descomponer.

4.3 Análisis de los materiales utilizados

Cuadro 9: Análisis de caracterización de los materiales a usar en el experimento

MATERIALES							
		Gallinaza	Vacaza	R. Malezas	R. Maracuyá	R ^f . Piña	C ^g .Cacao
N	%	2,07	2,09	1,42	1,36	0,98	1,26
P		3,05	1,89	0,19	0,10	0,16	0,18
K		2,83	11,09	0,82	0,13	0,71	2,93
Ca		8,53	2,30	0,58	1,17	0,48	0,29
Mg		0,73	0,82	0,26	0,21	0,16	0,31
S.SO4 ⁻²		1,11	0,63	0,16	0,19	0,18	0,27
Na		1,70	0,33	-	0,01	-	-
Zn	ppm	748,31	181,20	60,84	53,57	22,83	75,40
Cu		62,52	23,89	14,96	9,13	17,86	19,84
Mn		624,26	179,21	220,43	156,75	188,57	152,78
Fe		1.808,26	4.420,55	1.723,52	3.115,08	1.667,33	1.168,65
Cd		3,37	0,20	1,56	-	1,69	1,49
B		38,11	272,07	39,33	364,58	25,75	19,56

^f Rastrojo

^g Cáscara

Fuente: Laboratorio de suelos de ICT, Tarapoto.

4.4 Tratamientos estudiados

Cuadro 10: Descripción de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Descripción (Insumos por tratamiento)	Cantidad
T1	Rastrojos(0,35:0,35:0,15:0,15) *	100 Kg [°]
	Vacaza	100 Kg
	Microorganismos eficientes	20 cc [°]
T2	Rastrojos(0,35:0,35:0,15:0,15) *	100 Kg
	Gallinaza	100 Kg
	Microorganismos eficientes	20 cc
T3	Rastrojos(0,35:0,35:0,15:0,15) *	100 Kg
	Vacaza	100 Kg
T4	Rastrojos(0,35:0,35:0,15:0,15) *	100 Kg
	Gallinaza	100 Kg
T5	Rastrojos(0,35:0,35:0,15:0,15) *	200 Kg

[°] Kilogramo

[°] centímetro cúbico

*: Rastrojos (piña; malezas; c. cacao; maracuyá)

4.5 Diseño experimental

Para el presente estudio, los tratamientos fueron distribuidos bajo el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con 5 tratamientos y 3 repeticiones utilizando para ello diferentes cantidades y tipos insumos, para lo cual se usó como testigo absoluto el T5 (Rastrojos).

4.6. Características de las unidades experimentales

4.6.1 Dimensiones del terreno

Ancho	:	11 m.
Largo	:	28.5 m.
Área total	:	313.5 m ²

4.6.2 Experimento

Número de tratamientos	:	5
Número de bloques	:	3
Numero de tratamientos aplicados com EM	:	2
Número de aplicaciones por tratamiento	:	6
Tratamientos aplicados com EM	:	T1 y T2
Cantidad total de EM aplicado por tratamiento	:	20 ml

4.7. Ejecución del experimento

4.7.1 Limpieza y preparación del área experimental.

Esta actividad consistió en limpiar y nivelar el área experimental (Foto 03), donde se llevó acabo el presente trabajo de investigación.

4.7.2 Trazado y estaqueado del área experimental.

Para la delimitación del área experimental, se usó el método de delimitación del triángulo, con sus respectivos jalones.

4.7.3 Recolección y preparación del estiércol.

- Vacaza. Este fue procedente del establo “La Granja”, cercano al óvalo de Morales, con una antigüedad no mayor a 15 días. Este estiércol se colocó en la estación experimental “Juan Bernito”, en un estado semi húmedo por un espacio de 38 días bajo sombra, hasta que el experimento fue instalado. Al estiércol de ganado se procedió a mullirlo debido a que este se había secado con el tiempo, para posteriormente aplicarle agua y darle volteos para homogenizar todo el material.

- Gallinaza. Obtenido de la planta de abonos orgánicos del ICT, el cual se encontraba en un estado inactivo, recolectados hace varios años atrás de granjas avícolas cercanas a la E.E “Juan Bernito”.

A este estiércol no se procedió a mullirlo debido a que su granulometría era mínima, aplicándole agua y dándole volteos para que se homogenizase todo el material.

4.7.4 Corte y picado de los rastrojos.

Los rastrojos de los cultivos de piña, malezas, maracuyá y cáscara de cacao empleados en la elaboración de los abonos orgánicos, fueron previamente cortados en trozos o pedazos más pequeños de 3 a 4 cm (Foto 5), con la finalidad de que el material se descomponga con mayor facilidad y rapidez.



Foto 1: Corte y picado de rastrojos.

4.7.5 Preparación del compost.

Para la elaboración de compost a partir de la gallinaza, vacaza y rastrojos de los cultivos se utilizó el método mencionado por (Gray y Biddleston, 1981), sólo que para este experimento no se aplicó cal debido a la alta concentración de estos encontrados en los estiércoles (Cuadro 9).

Para la formación de capas, esta estuvo compuesta de origen vegetal (mezcla de rastrojos “piña, malezas; c. cacao; maracuyá”), proporcionados a razón de (0,35:0,35:0,15:0,15) y la segunda capa estuvo compuesta de estiércol (gallinaza, vacaza), según cada tratamiento, aplicando agua a chorro continuo, tratando de humedecer las capas por completo, hasta terminar con todo el material utilizado. Cada tratamiento fue cubierto con un material plástico para su protección en caso de lluvia.

4.7.6 Aplicación de microorganismos eficientes

La aplicación de microorganismos eficientes se hizo por estratos en la medida que se iba formando el sándwich, haciendo uso de un asperjador a razón de 20 cc de EMOMPOST distribuidos en 6 aplicaciones para cada tratamiento en estudio (T1y T2), aplicándole el producto a razón de 3.333ml de EMCOMPOST por 333ml de agua(Foto 06). La primera aplicación se realizó al inicio del experimento y posteriormente cada 15 días. En el transcurso del experimento se hicieron mediciones de temperatura, así mismo se mantuvo la humedad al 40- 60 % y una oxigenación respectiva.



Foto 2: Aplicación de microorganismos eficientes (EM)

4.7.7 Remoción de tratamientos

Pasado un tiempo de 10 días se realizó la remoción de las pilas (Foto 7), conforme a esto se tomó los datos de humedad (%), hasta la culminación del proceso de compostaje de cada uno de los tratamientos.

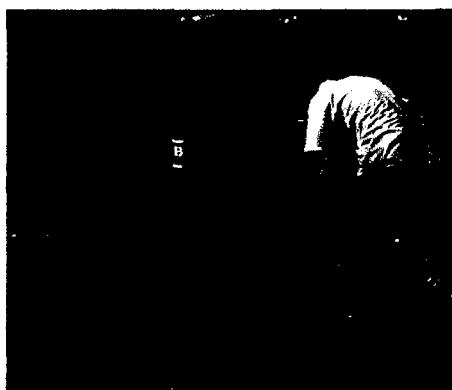


Foto 3: Remoción de los tratamientos

4.7.8 Recolección de muestras

El análisis de los rastros empleados, se realizó al inicio de instalado el experimento, tomando una muestra representativa de cada uno de los insumos, los cuales fueron llevados al laboratorio de suelos del ICT, para su posterior análisis (Cuadro 9).

Para la determinación de la temperatura del compost, esta fue tomada del centro de la pila, con la ayuda de un geotermómetro, pasando un día. Mientras que para la determinación de la humedad (%), estas fueron tomadas aleatoriamente en cada uno de los tratamientos, cavando aproximadamente 30 cm de profundidad y tomando de 3 puntos diferentes del compost, depositándolos en sobres manilas, previamente etiquetados y serrados, los cuales fueron llevados a la estufa a 105 ° por 24 horas, esto se realizó una vez por semana.

Para el análisis químico y microbiológico, estas fueron tomadas de la pila del compost, seccionadas en 3 particiones y tomadas de manera aleatoria de aproximadamente 500g, de cada uno de los tratamientos puestos en estudio, los cuales se depositaron en bolsas de polipropileno, previamente etiquetados

y sellados para ser llevarlos a los laboratorios de suelos y de fitopatología del "ICT", para su análisis en cada uno de los tiempos evaluados (15, 45, 75, 105, 135, 165 días).

4.7.9 Cosecha de los tratamientos

Se realizó cuando se tuvo parámetros estables de temperatura, pH, agentes patógenos, color y olor del compost (Cuadro 0 5 y 0 6), los cuales nos indicaron que se ha obtenido un compost maduro. Esta cosecha se hizo a los 141 días y 168 días después de haber instalado el experimento.

4.8. Evaluaciones realizadas

4.8.1 Temperatura

Para la determinación de la temperatura del compost, se realizó tres lecturas por tratamiento en diferentes horas del día (8.00 a.m., 12.00 a.m. y 5.00 p.m.), para posteriormente promediar los resultados. Esta actividad se realizó interdiaria hasta obtener temperaturas constantes en cada tratamiento. Para realizar el análisis de estadístico de esta variable, se tuvo que promediar los datos de temperatura, a los 15 primeros días y posteriormente mensualmente, hasta concluir el experimento, esto se hizo con fines comparativos.

4.8.2 Humedad

Se tomó una muestra representativa de cada tratamiento, la cual se llevó a la estufa a 105 °C por 24 horas. El cual se determinó 1 vez por semana, durante el período de compostaje. Esta evaluación se realizó luego de la primera

remoción de los tratamientos, El porcentaje de humedad se determinó por medio de la ecuación (1) (Aguilera et al, 2001):

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso Fresco} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Fresco}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

Para realizar el análisis estadístico de esta variable, se tuvo que promediar los datos tomados semanalmente, tanto hasta los 15 días y posteriormente mensualmente, además se tuvo que realizar transformaciones estadísticas de dicha variable a Arco seno (X).

4.8.3 Análisis de caracterización química

Para el análisis químico se utilizó las siguientes metodologías:

- pH : Potenciómetro, relación 1:2.5
- M.O : Walkley Y Blacck
- C.E : Conductímetro, relación 1:2.5
- N : Kjeldahl
- P : Espectrofotometría, UV (420 nm)
- Na, K, Ca, Mg : Espectrofotometría de Absorción Atómica
- Fe, Mn, Cu, Zn : Espectrofotometría de Absorción Atómica
- B : Espectrofotometría, UV (550 nm)
- S : Turbidimétrico-Espectrofotometría

El % de carbono se determinó por medio de la ecuación (2) ; (Rengifo, 2003):

$$\% \text{ MO} = \% \text{ C} \times 1,72 \dots\dots\dots (2)$$

De los resultados obtenidos, sólo se procedió a analizar e interpretar los resultados de los elementos más resaltantes (pH, MO, C, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B).

Para el análisis estadístico se tuvo que hacer transformaciones de las siguientes variables (MO, C, N, P, K, Ca, Mg) a Arcoseno (X), mientras que para las variables (Zn, Cu, Mn, y B), se aplicó transformaciones de la \sqrt{x} , y para la variable hierro se aplicó el $\log_{10}(X)$, estas transformaciones se basó de acorde a las unidades con que eran expresados dichos elementos y la gran variabilidad que hay entre uno y otro tratamiento.

4.8.4 Análisis de Caracterización microbiológica.

El análisis microbiológico se realizó utilizando las siguientes metodologías:

- Hongos : Técnica de diluciones seriadas.
- Bacterias : Técnica de diluciones seriadas.
- Nemátodos : Método de la bandeja.

El análisis estadístico de estas variables, se realizó con los datos transformados a $\log_{10} "X"$, debido a la gran variabilidad que existe entre cada tratamiento.

4.8.5 Cantidad de compost producido por tratamiento.

La cantidad de compost producido fue diferente para cada tratamiento, ya que existió diferencia entre los materiales que se emplearon para su elaboración, tales como Vacaza, Gallinaza y Rastrojos.

4.8.6 Análisis Costo-beneficio de cada tratamiento.

La relación costo/beneficio, se determinó mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Ingreso Bruto} = \text{Rendimiento Kg} \times \text{Precio de venta S/.} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Ingreso Neto (unidad)} = \text{Ingreso bruto} - \text{Costo de producción} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Relación B/C} = \frac{\text{Ingreso Neto (unidad)}}{\text{Costo de producción}} \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Relación C/B} = \frac{\text{Costo de producción}}{\text{Ingreso Neto (unidad)}} \dots\dots\dots (6)$$

Al realizar la depreciación de los materiales y herramientas, se tuvo en cuenta la opinión de personal que labora en campo, quienes manifiestan que varía según el uso y tiempo de trabajo.

V. RESULTADOS

5.1 Temperatura.

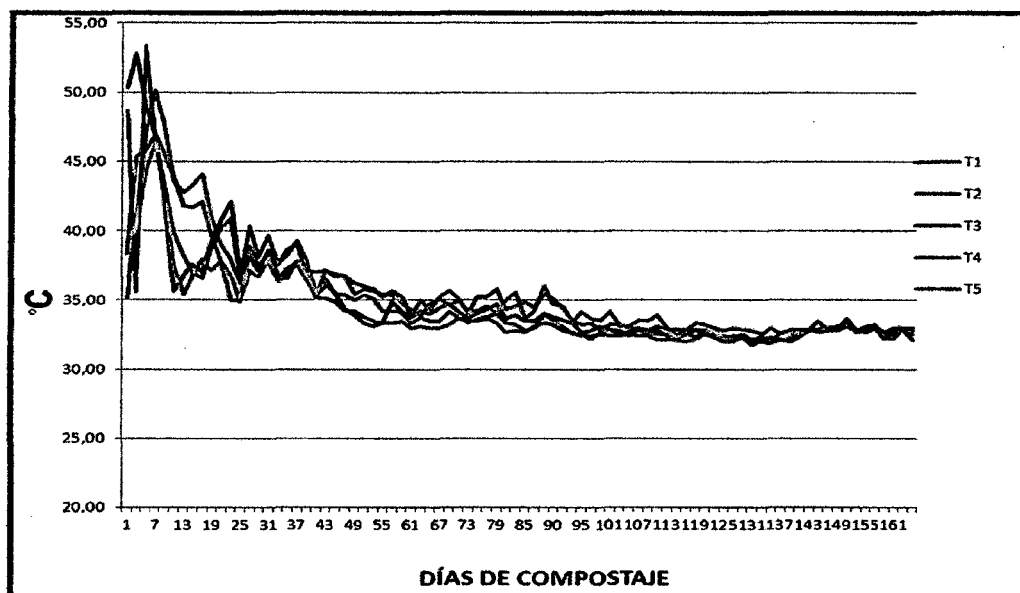


Gráfico 1: Temperatura de los tratamientos evaluados durante el proceso de compostaje.

5.2 % de Humedad

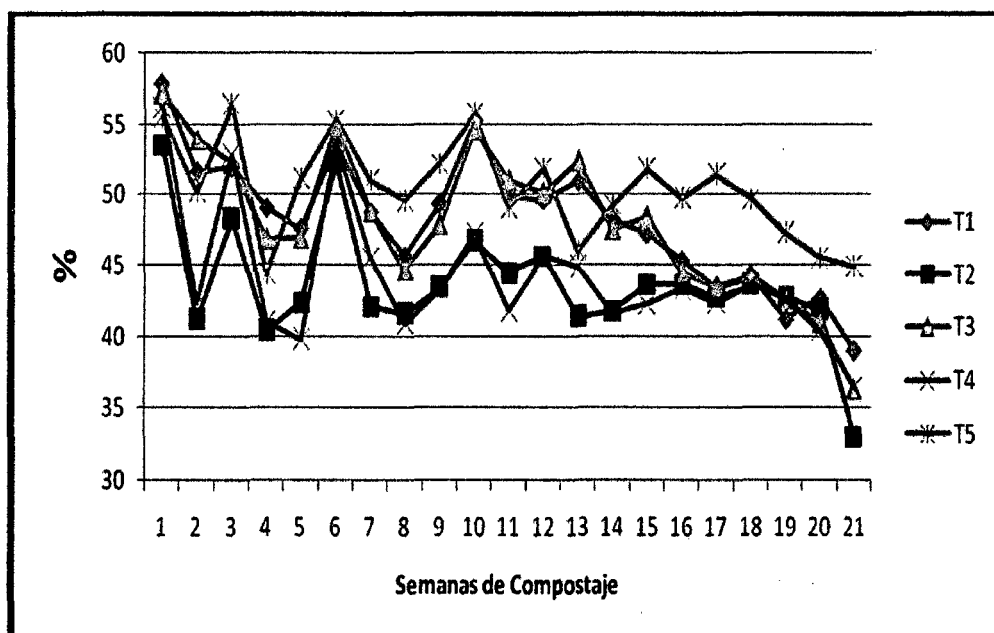


Gráfico 2: Humedad de los tratamientos durante el proceso de compostaje

5.3. Análisis de caracterización química

5.3.1 pH

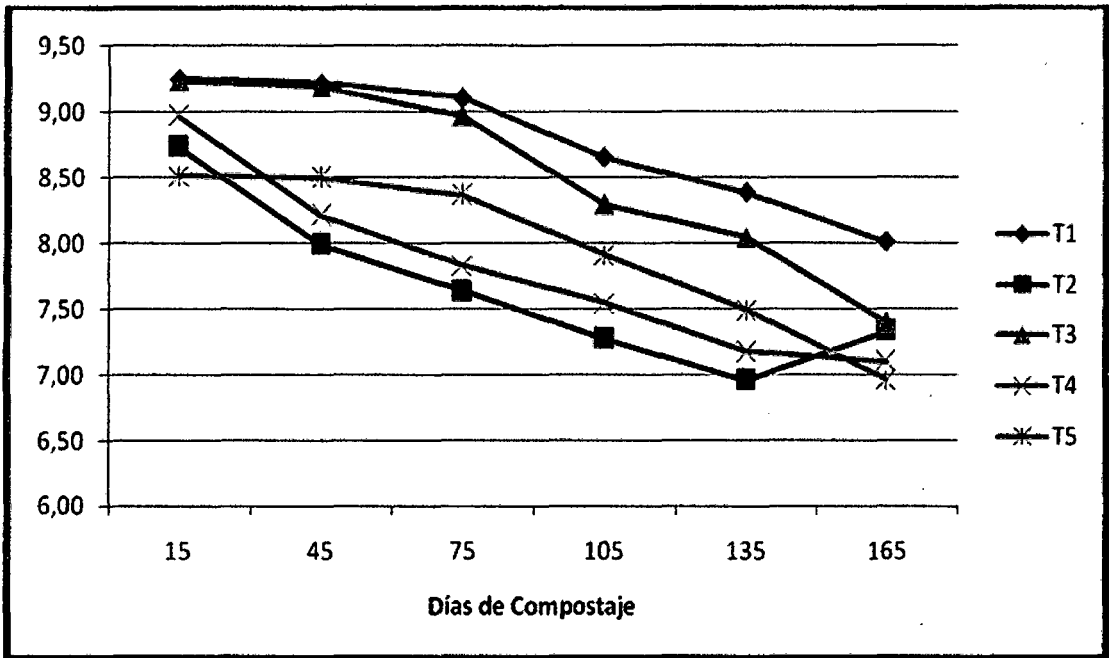


Gráfico 3: Potencial de hidrogeno durante el proceso de compostaje

Cuadro 11: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el pH del compost en los Tratamientos

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	9,25a	9,22a	9,10a	8,65a	8,38a	8,01a
T2	8,73bc	7,99c	7,63d	7,27d	6,96b	7,33a
T3	9,23a	9,19a	8,97a	8,29ab	8,04a	7,40a
T4	8,97ab	8,21c	7,83c	7,54cd	7,17b	7,10a
T5	8,51c	8,50b	8,37b	7,91bc	7,49b	6,96a
x	8,94	8,62	8,38	7,93	7,61	7,36
R ² (%)	85	96	99	87	88	53
CV (%)	1,81	1,66	0,9	3,41	3,63	7,3

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

5.3.2 C.E.

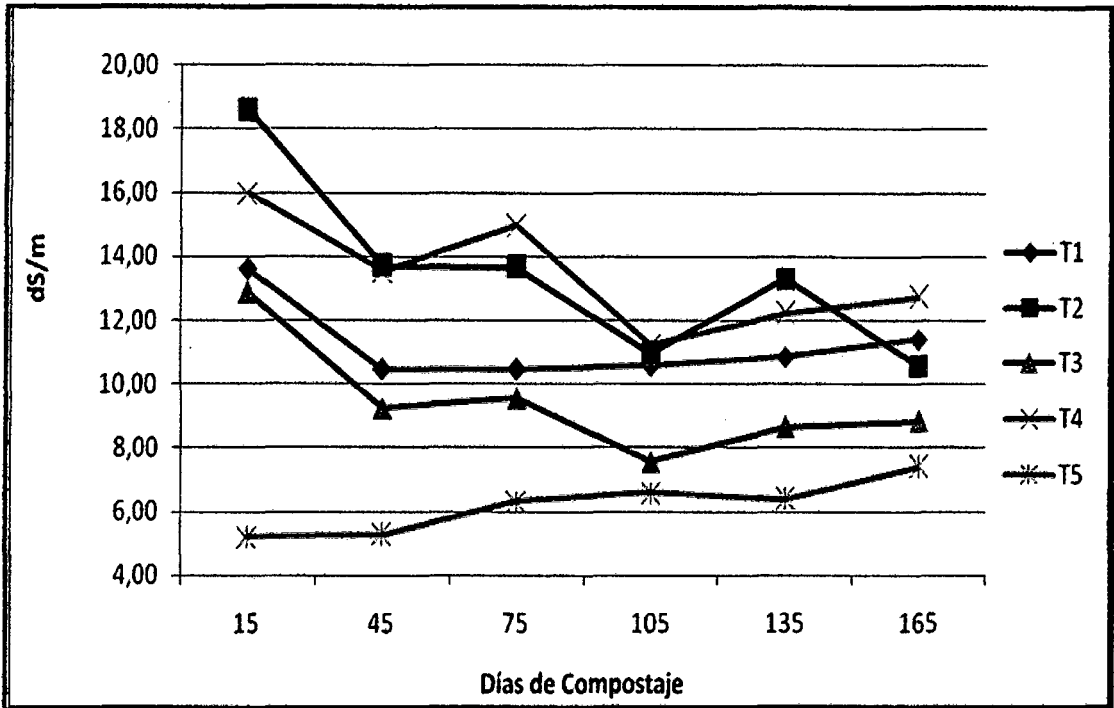


Gráfico 4: Conductividad eléctrica de los tratamientos durante el proceso de compostaje

Cuadro 12: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para la conductividad eléctrica del compost

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	13,61c	10,47b	10,46b	10,58ab	10,86ab	11,41ab
T2	18,58a	13,71a	13,65a	10,98ab	13,32a	10,57ab
T3	12,86c	9,23b	9,56b	7,56bc	8,66bc	8,84ab
T4	16,00b	13,54a	14,97a	11,22a	12,21a	12,74a
T5	5,19d	5,28c	6,31c	6,59c	6,37c	7,40b
x	13,25	10,45	10,99	9,39	10,28	10,12
R² (%)	96	94	95	70	88	56
CV (%)	9,12	9,93	8,82	18,92	12,62	22,65

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

5.3.3 Materia orgánica

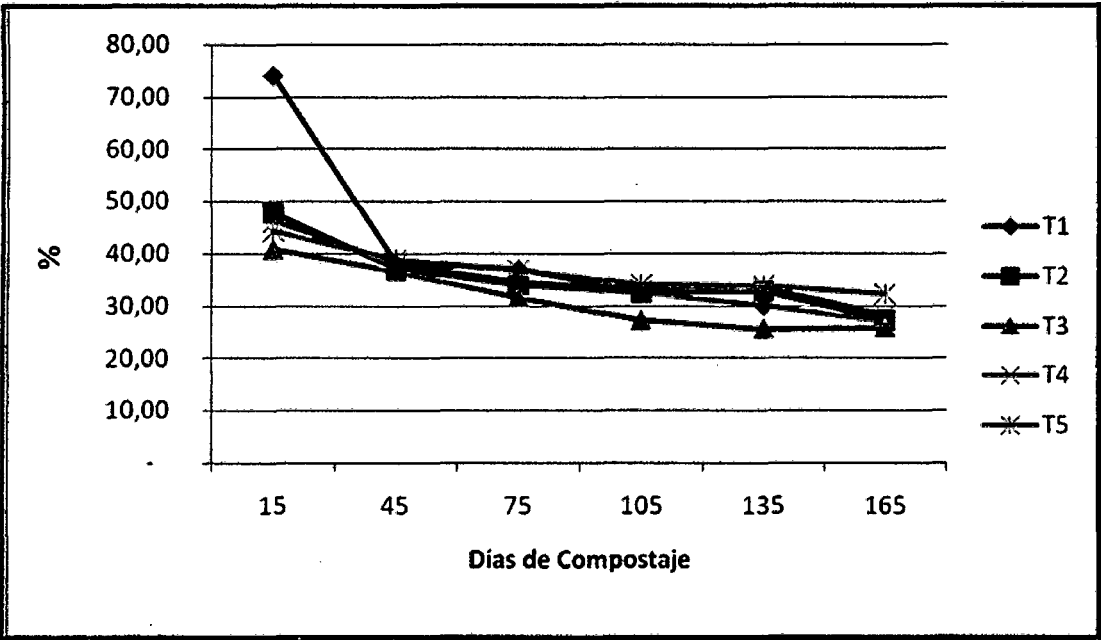


Gráfico 5: Porcentaje de materia orgánica en cada tratamiento, durante el proceso de compostaje

Cuadro13: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el porcentaje de materia orgánica.

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	73,91a	38,06a	36,86a	32,39ab	30,01a	26,89b
T2	47,80a	36,83a	33,83ab	32,50ab	32,72a	27,10b
T3	40,81a	36,65a	31,63b	27,17b	25,53a	25,82b
T4	46,17a	37,88a	34,57ab	33,16a	33,41a	28,23b
T5	44,27a	38,85a	36,88a	33,97a	33,84a	32,27a
X	50,59	37,65	34,75	31,84	31,10	28,06
R² (%)	59	67	65	61	54	74
CV (%)	25,56	4,04	4	5,16	11,08	3,62

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

5.3.4 Carbono

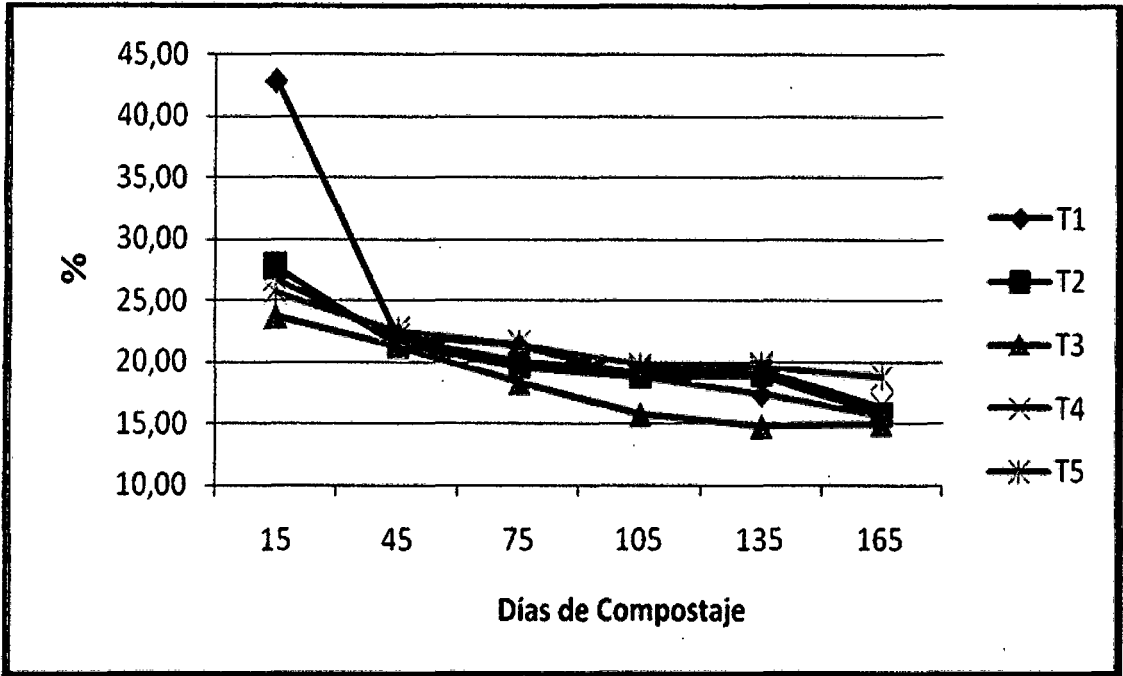


Gráfico 6: Porcentaje de carbono en cada tratamiento durante el proceso de compostaje.

Cuadro 14: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el porcentaje de carbono

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	42,87a	22,08a	21,38a	18,78ab	17,41a	15,60b
T2	27,72a	21,36a	19,63ab	18,85ab	18,98a	15,72b
T3	23,67a	21,25a	18,35b	15,76b	14,81a	14,98b
T4	26,78a	21,97a	20,05ab	19,24a	19,38a	16,37b
T5	25,68a	22,54a	21,39a	19,70a	19,63a	18,72a
x	29,34	21,84	20,16	18,47	18,04	16,28
R ² (%)	58	67	65	61	54	74
CV (%)	22,95	3,75	3,74	4,83	10,68	3,42

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

5.3.5 Nitrógeno

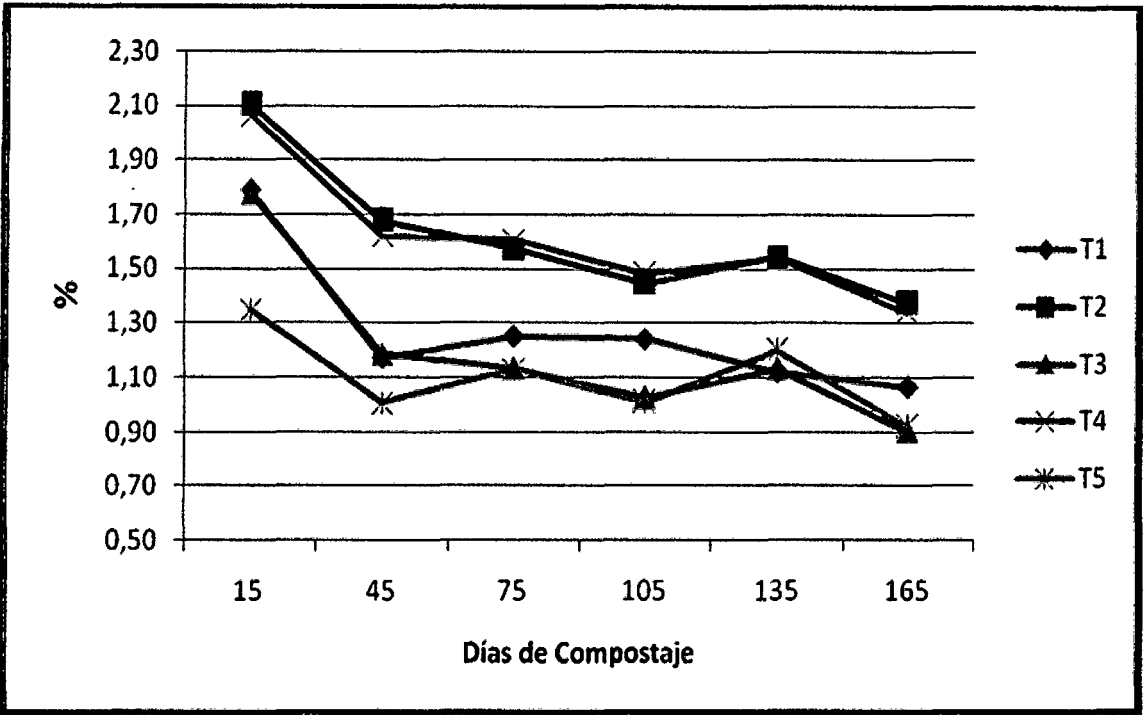


Gráfico 7: Porcentaje de nitrógeno durante el proceso de compostaje

Cuadro 15: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el porcentaje nitrógeno

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	1,79b	1,17b	1,25b	1,24ab	1,13b	1,07b
T2	2,10a	1,68a	1,57a	1,45a	1,55a	1,37a
T3	1,78b	1,19b	1,13b	1,03b	1,13b	0,90b
T4	2,07a	1,62a	1,61a	1,48a	1,54a	1,34a
T5	1,35c	1,01b	1,13b	1,01b	1,20ab	0,92b
x	1,82	1,33	1,33	1,24	1,30	1,12
R² (%)	94	87	75	80	68	86
CV (%)	2,72	5,43	6,24	5,79	7,66	5,48

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0.05)

5.3.6 Relación Carbono/ Nitrógeno

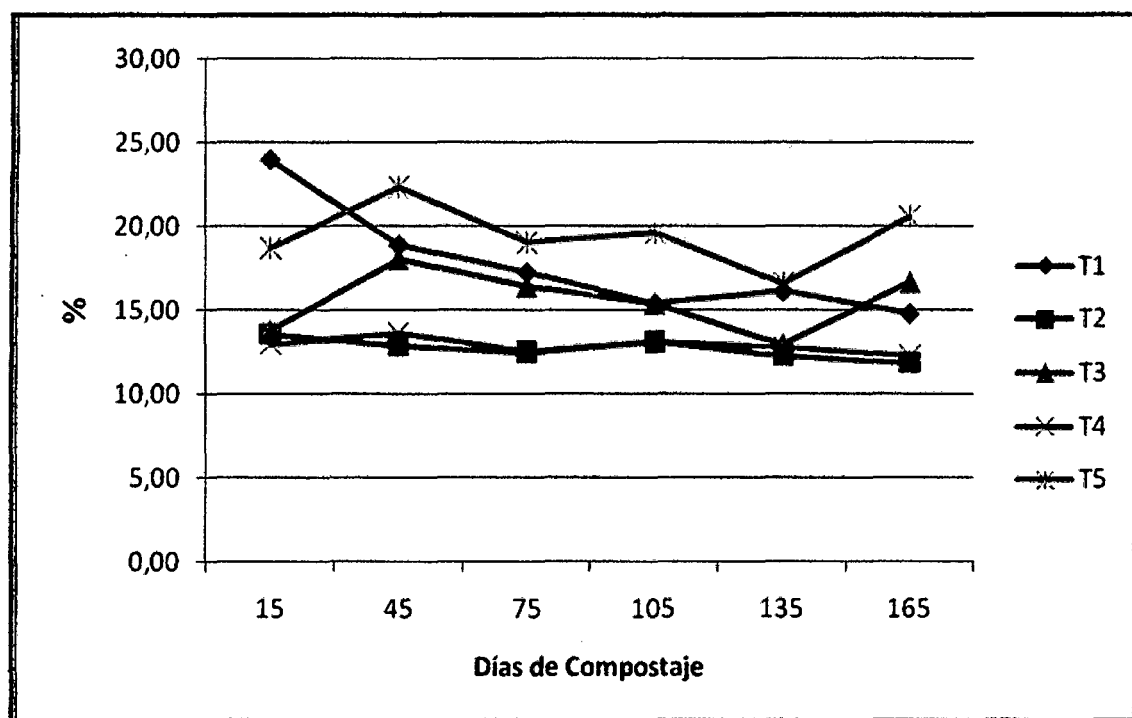


Gráfico 8: Porcentaje de la relación carbono/nitrógeno, en cada tratamiento durante el proceso de compostaje.

Cuadro 16: Prueba de DUNCAN al 0.05 % del porcentaje de carbono/nitrógeno

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	23,95a	18,87b	17,23a	15,36b	16,10a	14,79bc
T2	13,52a	12,89c	12,49b	13,08b	12,31a	11,86c
T3	13,75a	18,00b	16,37a	15,36b	12,94a	16,63b
T4	12,96a	13,59c	12,52b	13,10b	12,79a	12,25c
T5	18,74a	22,34a	19,06a	19,60a	16,59a	20,58a
X	16,58	17,14	15,53	15,30	14,15	15,22
R ² (%)	59	88	84	81	39	86
CV (%)	22,67	5,65	5,52	5,69	14,2	6,45

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

5.3.7 Fósforo

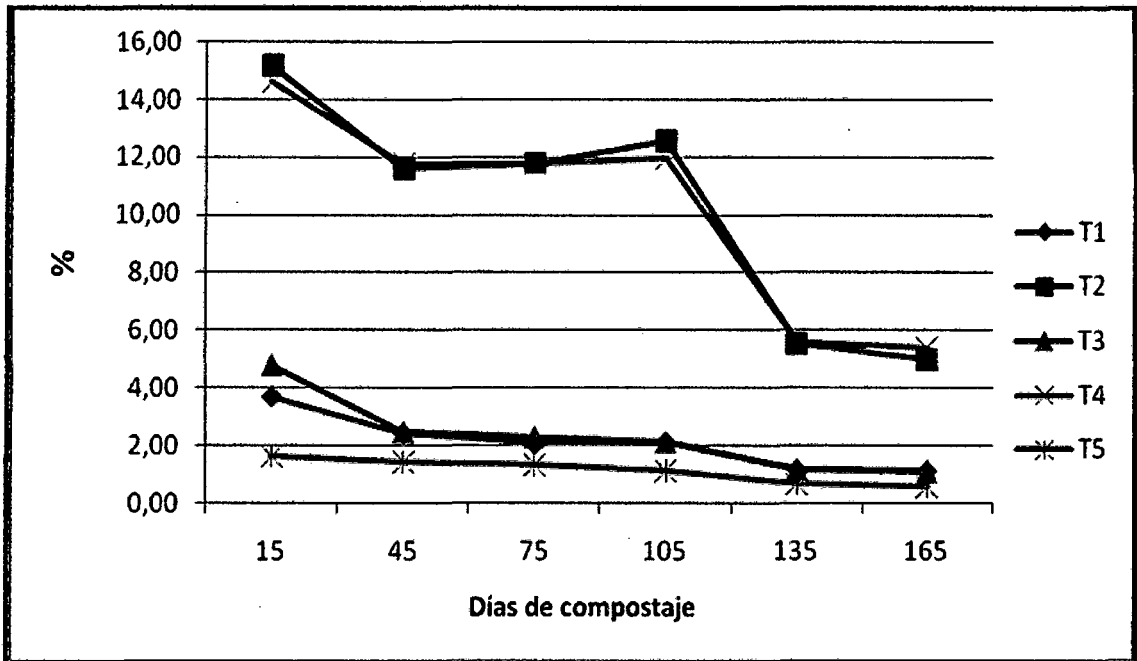


Gráfico 9: Porcentaje de fósforo (P_2O_5) durante el proceso de compostaje

Cuadro 17: Prueba DUNCAN al 0,05% para el porcentaje fósforo (P_2O_5).

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	3,71 b	2,44 b	2,08 bc	2,14 b	1,18 b	1,14 b
T2	15,19a	11,63a	11,80a	12,58a	5,57a	5,01 a
T3	4,82 b	2,50 b	2,32 b	2,14 b	1,20 b	1,10 b
T4	14,61a	11,74 a	11,75a	11,94a	5,57a	5,38 a
T5	1,62 c	1,42 c	1,34 c	1,14 b	0,66 b	0,56 b
X	12,73	5,95	5,71	5,99	2,84	2,64
R ² (%)	98	100	99	99	99	99
CV (%)	8,26	3,07	4,54	6,96	4,84	7,25

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

5.3.8 Potasio

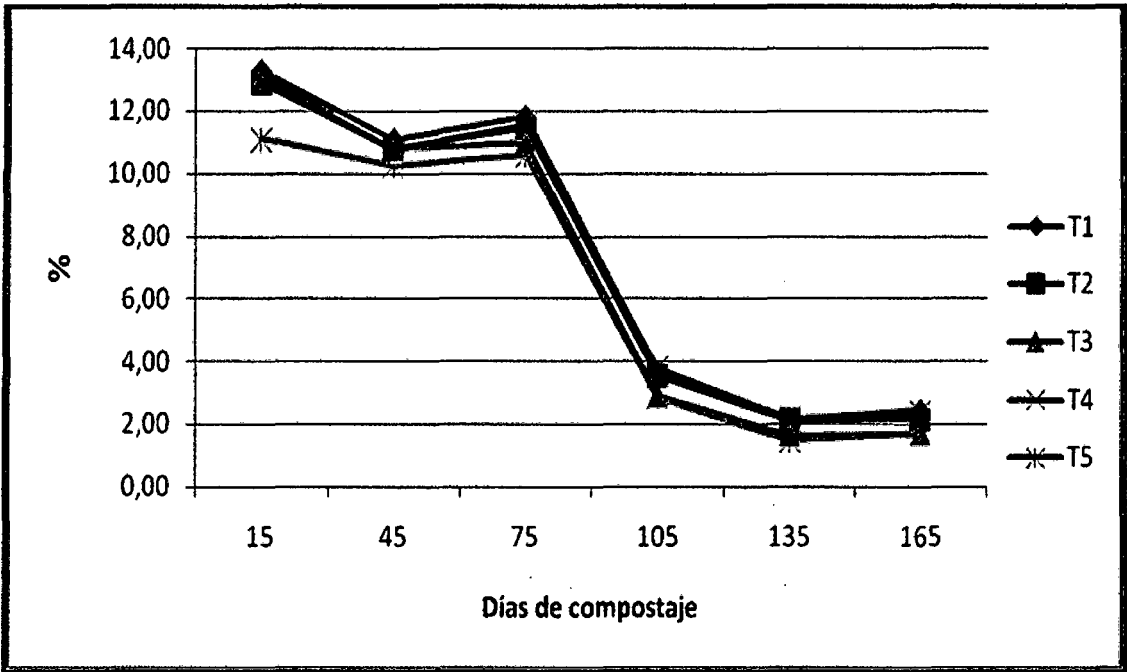


Gráfico 10: Porcentaje de potasio (K_2O) en cada tratamiento durante el proceso de compostaje

Cuadro 18: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el porcentaje de potasio (K_2O)

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	13,30 a	11,08 a	11,82 a	3,65 ab	2,10 a	2,42 a
T2	12,92 a	10,80 ab	11,47 ab	3,54 ab	2,10 a	2,14 ab
T3	13,09 a	10,79 ab	11,00 ab	2,89 b	1,64 a	1,67 b
T4	12,94 a	10,79 ab	11,56 ab	3,78 a	2,14 a	2,35 a
T5	11,11 b	10,25 b	10,59 b	2,87 b	1,47 a	1,73 b
X	12,67	10,74	11,29	3,35	1,89	2,06
R ² (%)	83	68	61	64	49	65
CV (%)	2,12	1,63	2,4	6,89	11,24	8,53

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

5.3.9 Azufre.

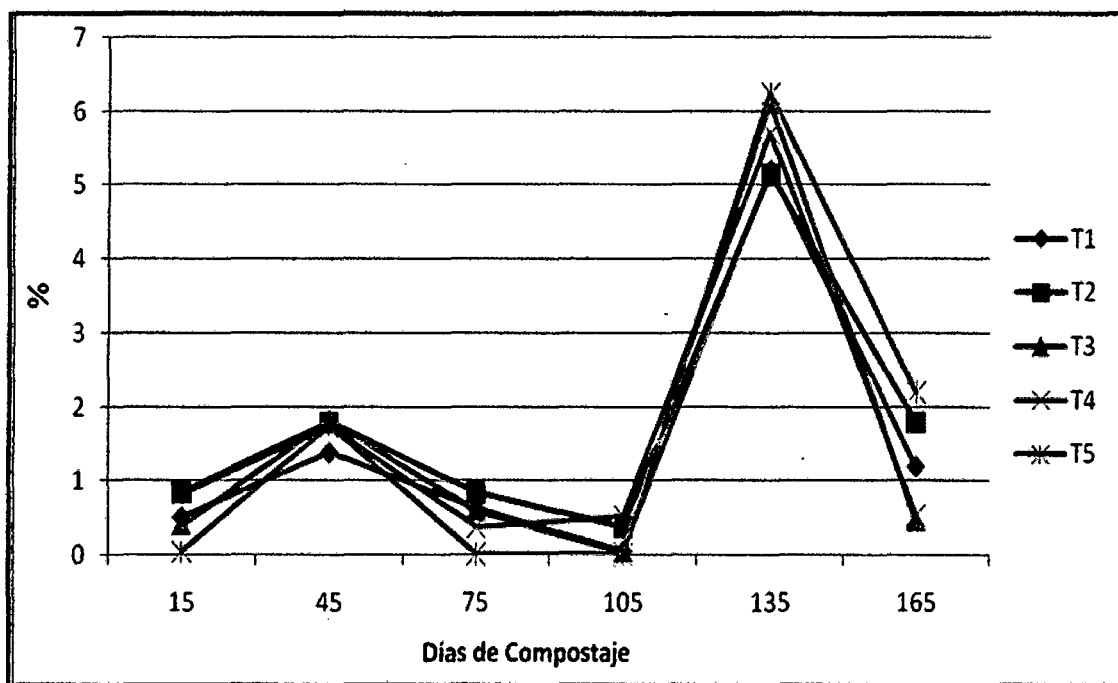


Gráfico 11: Porcentaje de azufre (S-SO₄) en cada tratamiento durante el proceso de compostaje

Cuadro 19: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el porcentaje de azufre

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	0,52b	1,39b	0,64a	0,06c	5,21b	1,20a
T2	0,85a	1,80a	0,86a	0,39b	5,15b	1,80a
T3	0,41c	1,81a	0,60a	0,04c	6,13a	0,47a
T4	0,83a	1,73a	0,38a	0,53a	5,70ab	0,54a
T5	0,05d	1,75a	0,02a	0,03c	6,24a	2,21a
X	0,53	1,74	0,5	0,21	5,69	1,24
R ²	99	77	79	93	78	37
CV	4,89	3,66	41,58	24,65	3,01	64,64

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

5.3.10 Calcio

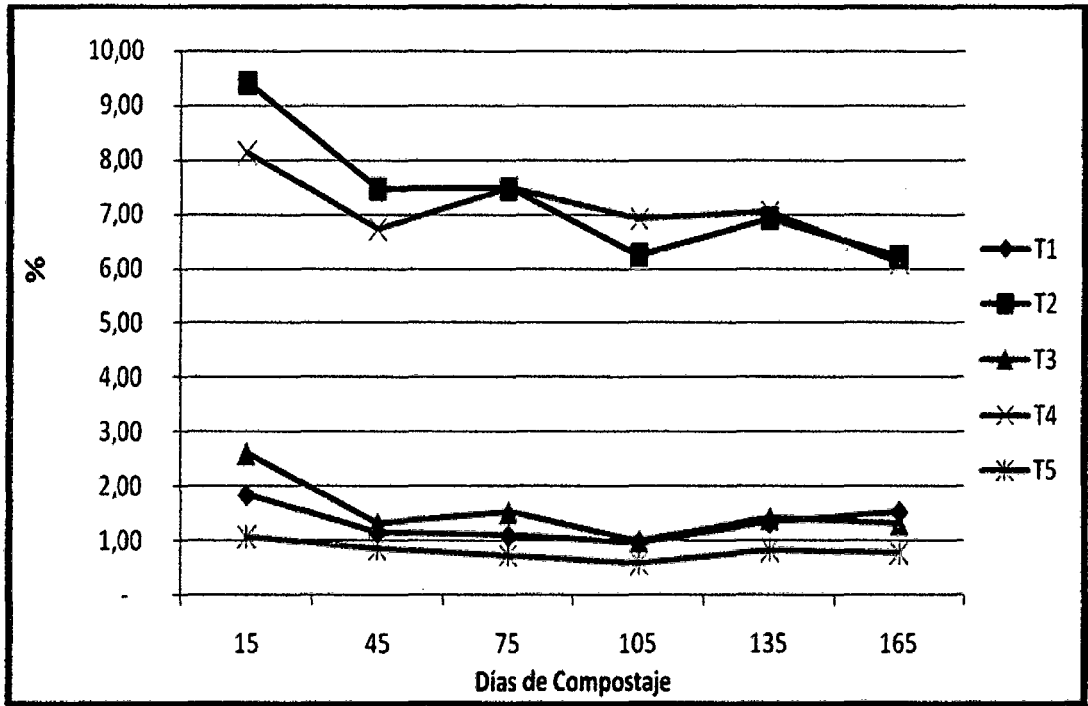


Gráfico 12: Porcentaje de Calcio (Ca), en cada uno de los tratamientos durante el proceso de compostaje

Cuadro 20: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el porcentaje de calcio.

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	1,86bc	1,16c	1,11bc	0,98b	1,35b	1,54b
T2	9,43a	7,47a	7,48a	6,25a	6,93a	6,22a
T3	2,61b	1,31c	1,52b	0,99b	1,41b	1,31b
T4	8,14a	6,73b	7,49a	6,91a	7,04a	6,10a
T5	1,08c	0,88c	0,75c	0,60b	0,83b	0,79c
x	4,62	3,51	3,67	3,15	3,51	3,19
R² (%)	98	99	99	98	99	100
CV (%)	8,17	4,97	6,33	9,5	4,44	2,62

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

5.3.11 Magnesio

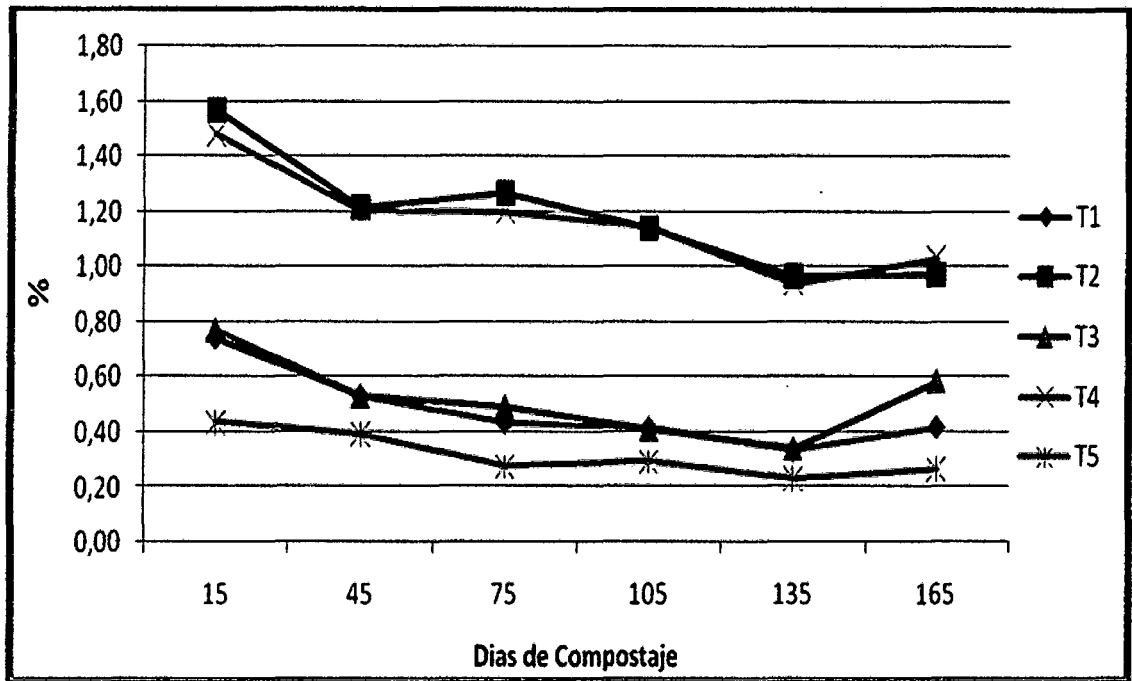


Gráfico 13: Porcentaje de magnesio (Mg), durante el proceso de compostaje en los tratamientos

Cuadro 21: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el porcentaje de magnesio

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	0,74b	0,53b	0,43c	0,41b	0,34b	0,42bc
T2	1,57a	1,21a	1,27a	1,14a	0,97a	0,97a
T3	0,77b	0,53b	0,49c	0,41b	0,34b	0,59b
T4	1,48a	1,20a	1,20b	1,15a	0,94a	1,03a
T5	0,44c	0,39c	0,28d	0,29b	0,23b	0,27c
X	0,54	0,77	0,73	0,68	0,56	0,66
R² (%)	98	99	100	98	98	89
CV (%)	4,86	3,31	2,66	5,85	5,08	12,27

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

5.3.12 Manganeso

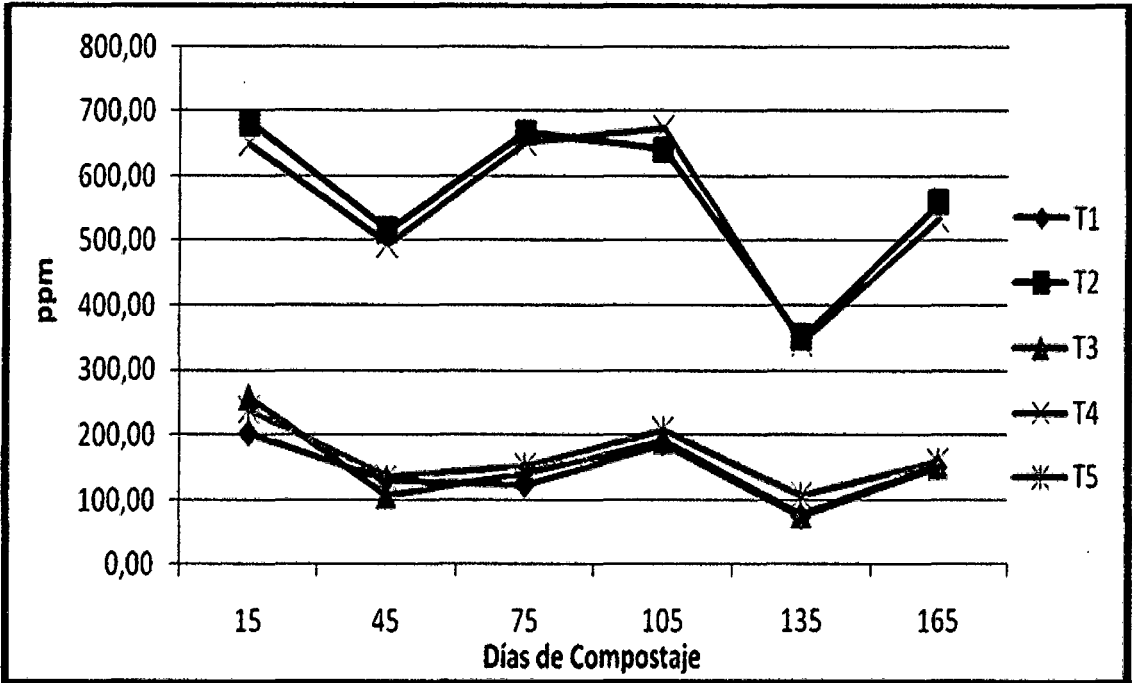


Gráfico 14: Partes por millón (ppm) del manganeso (Mn), en cada tratamiento durante el proceso de compostaje

Cuadro 22: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el Manganeso (ppm)

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	203,43b	131,51b	123,06b	188,05b	73,80c	150,81b
T2	683,45a	516,58a	667,40a	640,97a	350,07a	560,38a
T3	258,27b	106,32b	141,91b	191,89b	76,39c	152,70b
T4	652,15a	495,31a	652,92a	674,93a	343,73a	535,51a
T5	239,76b	135,38b	152,95b	207,41b	107,15b	160,20b
X	407,71	277,02	347,65	380,65	190,23	311,92
R² (%)	95	98	97	98	100	95
CV (%)	8,26	7,09	9,54	6,56	2,24	10,15

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

5.3.13 Boro.

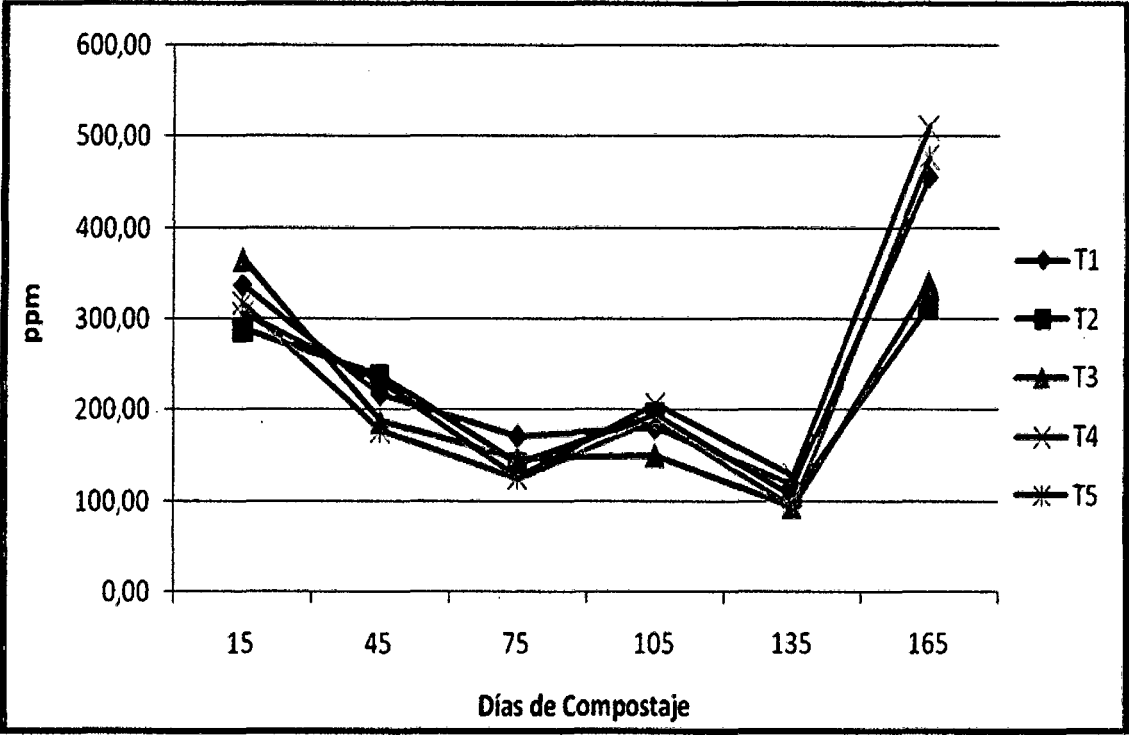


Gráfico 15: Partes por millón (ppm) del boro(B), en cada uno de los tratamientos

Cuadro 23: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el boro (ppm).

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	337,53ab	217,09a	171,52a	180,35ab	117,32a	456,61a
T2	288,28c	237,22a	141,07a	195,15a	105,07a	314,60a
T3	366,05a	187,02a	147,15a	150,84b	93,62a	340,94a
T4	305,58bc	231,20a	126,73a	206,79a	129,20a	511,79a
T5	317,38bc	177,80a	125,42a	189,77a	94,66a	477,73a
x	322,96	210,07	142,37	184,58	107,97	420,33
R² (%)	91	50	56	71	56	61
CV (%)	3,69	11,02	11,82	4,85	14,58	14,74

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

5.3.14 Hierro.

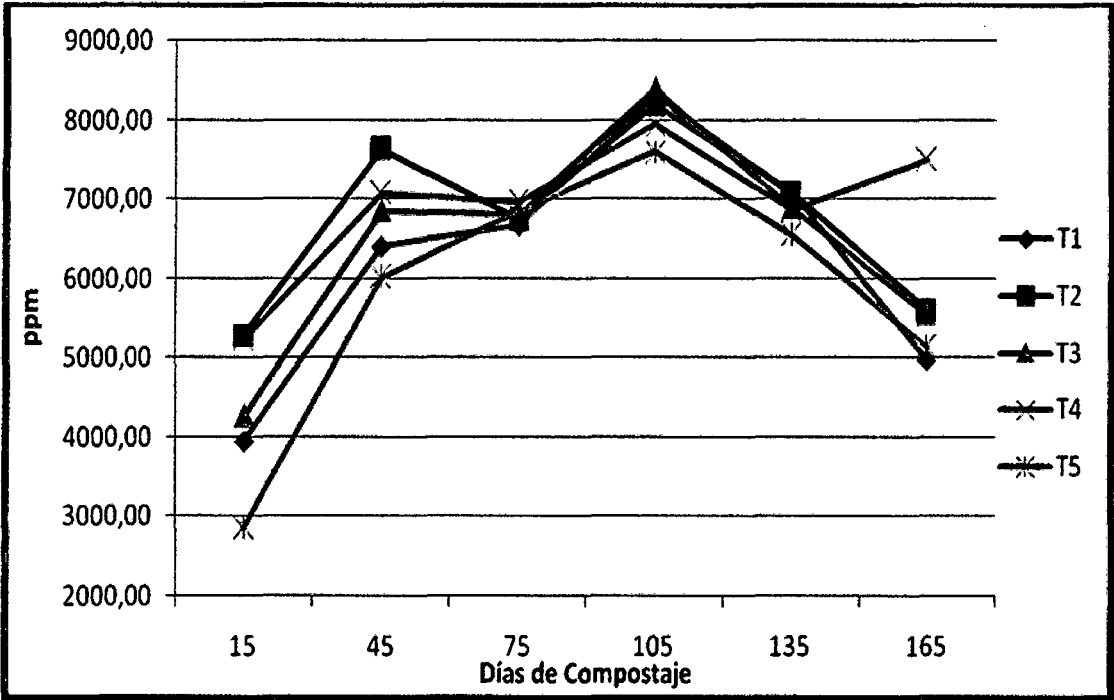


Gráfico 16: Partes por millón (ppm) del hierro (Fe), en cada uno de los tratamientos durante el proceso de compostaje.

Cuadro 24: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el hierro (ppm) en los tratamientos.

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	3949,67ab	6409,33a	6670,00a	8320,33a	7074,79a	4980,33a
T2	5286,00a	7632,67a	6745,00a	8191,67a	7068,05a	5607,67a
T3	4266,00ab	6855,33a	6812,67a	8399,33a	6895,39a	5561,67a
T4	5232,67a	7079,67a	6970,33a	7949,00a	6858,82a	7499,00a
T5	2858,33b	6015,67a	6849,67a	7607,00a	6548,91a	5137,67a
x	4318,53	5384,02	6809,53	8093,47	6889,19	5757,27
R² (%)	74	52	35	34	17	42
CV (%)	2,27	1,39	1,06	0,95	1,02	2,64

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

5.3.15 Zinc

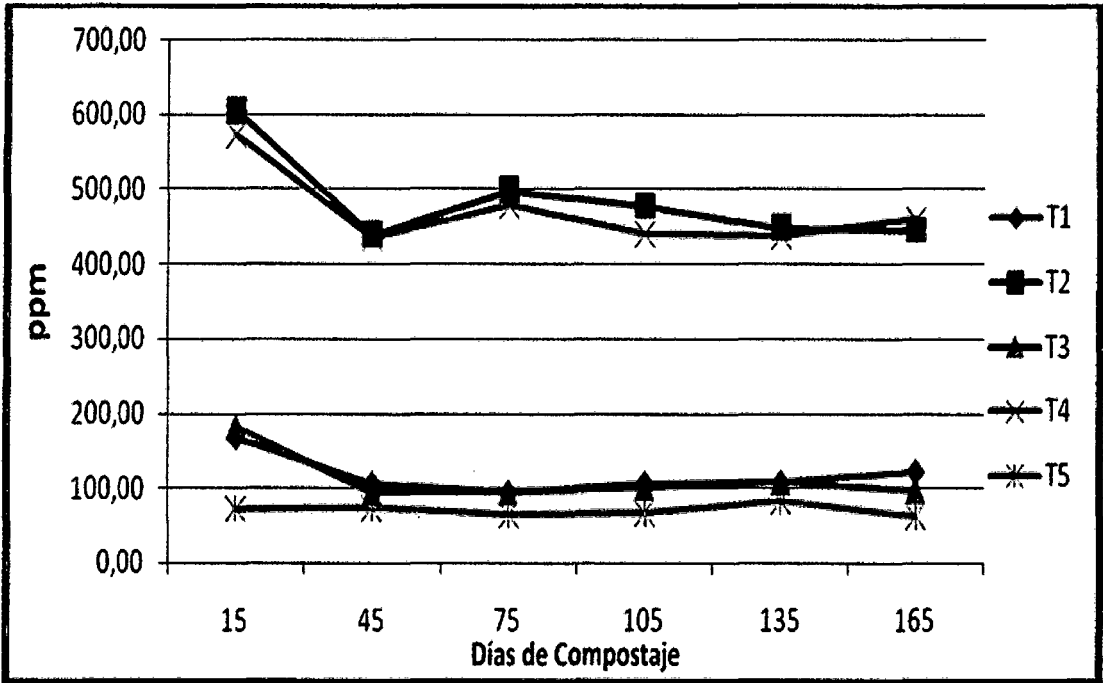


Gráfico 17: Partes por millón (ppm) del Zinc (Zn), en cada uno de los tratamientos

Cuadro 25: Prueba de DUNCAN al 0.05 % para el zinc (ppm) en los tratamientos

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	167,78b	105,71b	93,82b	106,05b	107,11b	121,67b
T2	605,74a	438,94a	498,93a	477,82a	448,13a	444,70a
T3	182,54b	95,75b	94,62b	102,43b	108,65b	98,00b
T4	573,11a	435,44a	478,38a	440,29a	437,61a	460,00a
T5	72,28c	74,02b	65,11b	67,51b	83,51b	61,80b
x	320,29	229,97	246,17	238,82	237,00	237,23
R² (%)	98	99	100	99	98	99
CV (%)	7,88	4,75	3,92	5,48	6,45	5,4

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

5.3.16 Cobre

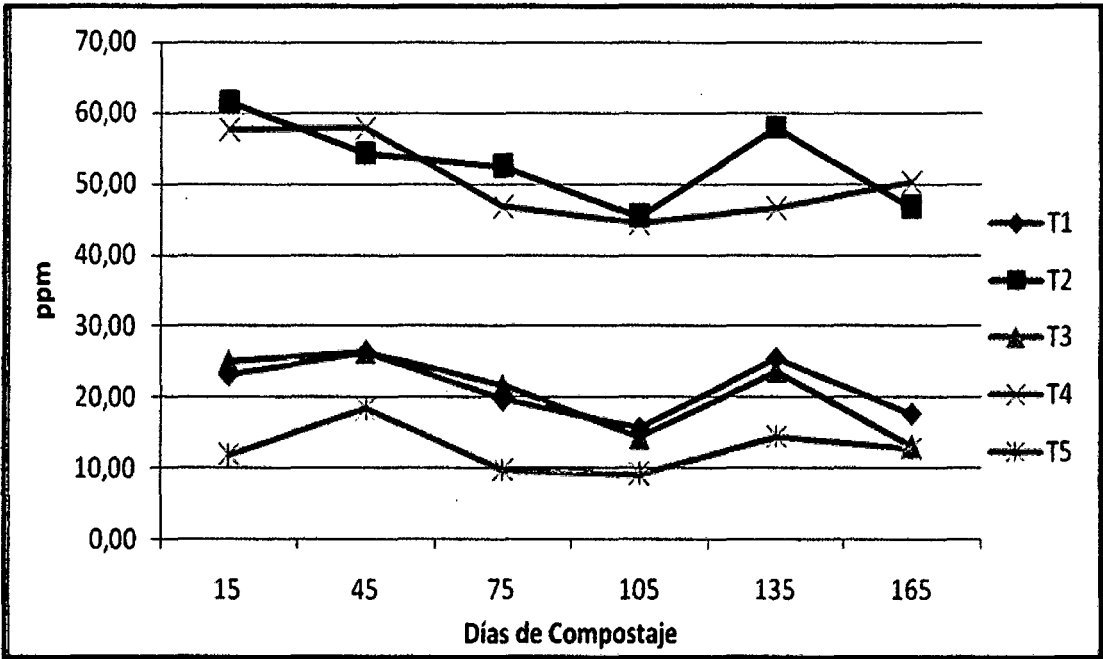


Gráfico18: Partes por millón (ppm) del Cobre (Cu), en cada uno de los tratamientos durante el proceso de compostaje

Cuadro 26: Prueba de DUNCAN para el cobre (ppm) en los tratamientos

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	23,11b	26,39b	19,62b	15,58b	25,46c	17,62b
T2	61,51a	54,30a	52,48a	45,39a	57,91a	46,67a
T3	25,04b	26,42b	21,68b	14,26b	23,71cd	13,07b
T4	57,78a	57,98a	46,84a	44,48a	46,64b	50,31a
T5	11,82c	18,46b	9,77c	9,13b	14,46d	12,68b
x	35,85	36,71	29,95	25,77	33,64	28,07
R ² (%)	98	86	94	97	95	93
CV (%)	5,39	12,57	10,47	7,61	7,99	11,73

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

5.4. Análisis microbiológico

5.4.1 Hongos

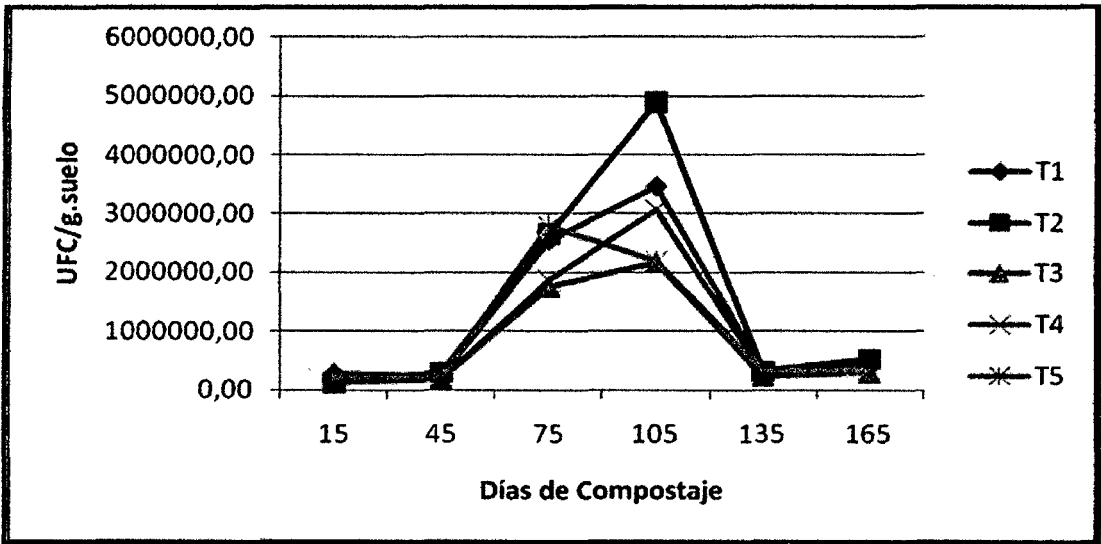


Gráfico 19: Población de hongos (UFC/g. suelo), en cada uno de los tratamientos encontrados en el experimento

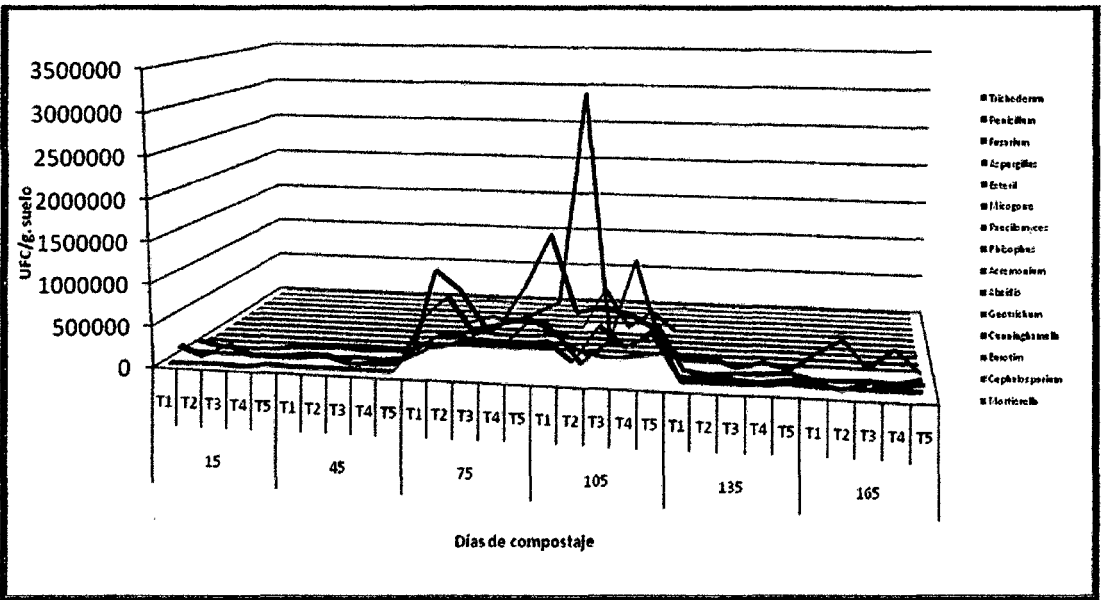


Gráfico 20: Fluctuación poblacional de los diferentes hongos (UFC/g. suelo)

Cuadro 27: Prueba de DUNCAN de la población de hongos (UFC/g. suelo) del compost en los tratamientos

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	2,86 X10 ⁵ a	2,35X10 ⁵ a	2,55X10 ⁶ a	3,47X10 ⁶ a	3,18X10 ⁵ a	4,13X10 ⁵ a
T2	1,10X10 ⁵ a	2,87X10 ⁵ a	2,64X10 ⁶ a	4,88X10 ⁶ a	3,10X10 ⁵ a	5,19X10 ⁵ a
T3	2,48X10 ⁵ a	1,82X10 ⁵ a	1,76X10 ⁶ a	2,18X10 ⁶ a	2,32X10 ⁵ a	2,93X10 ⁵ a
T4	1,13X10 ⁵ a	1,83X10 ⁵ a	1,88X10 ⁶ a	3,08X10 ⁶ a	2,69X10 ⁵ a	4,99X10 ⁵ a
T5	2,05X10 ⁵ a	2,27X10 ⁵ a	2,79X10 ⁶ a	2,19X10 ⁶ a	3,13X10 ⁵ a	3,34X10 ⁵ a
X	1,92 X10 ⁵	2,23 X10 ⁵	2,32 X10 ⁵	3,16 X10 ⁵	2,88 X10 ⁵	4,12 X10 ⁵
R ² (%)	37	49	52	44	51	62
CV (%)	8	2,58	1,7	3,09	1,37	1,97

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

5.4.2. Bacterias

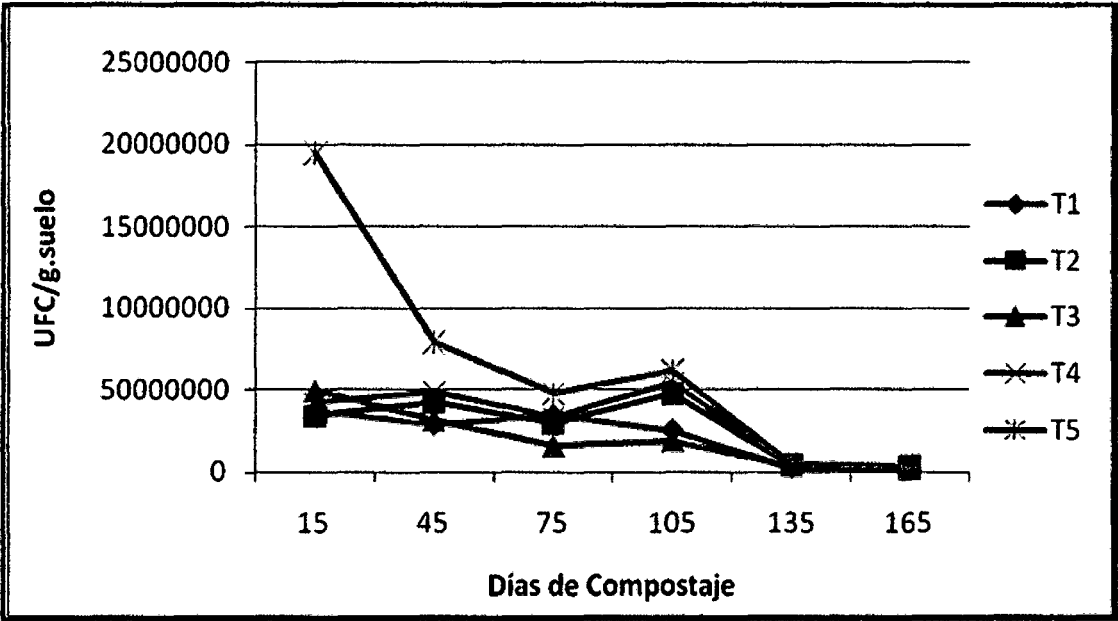


Gráfico 21: Población de bacterias (UFC/g. suelo), en cada uno de los tratamientos durante el proceso de compostaje

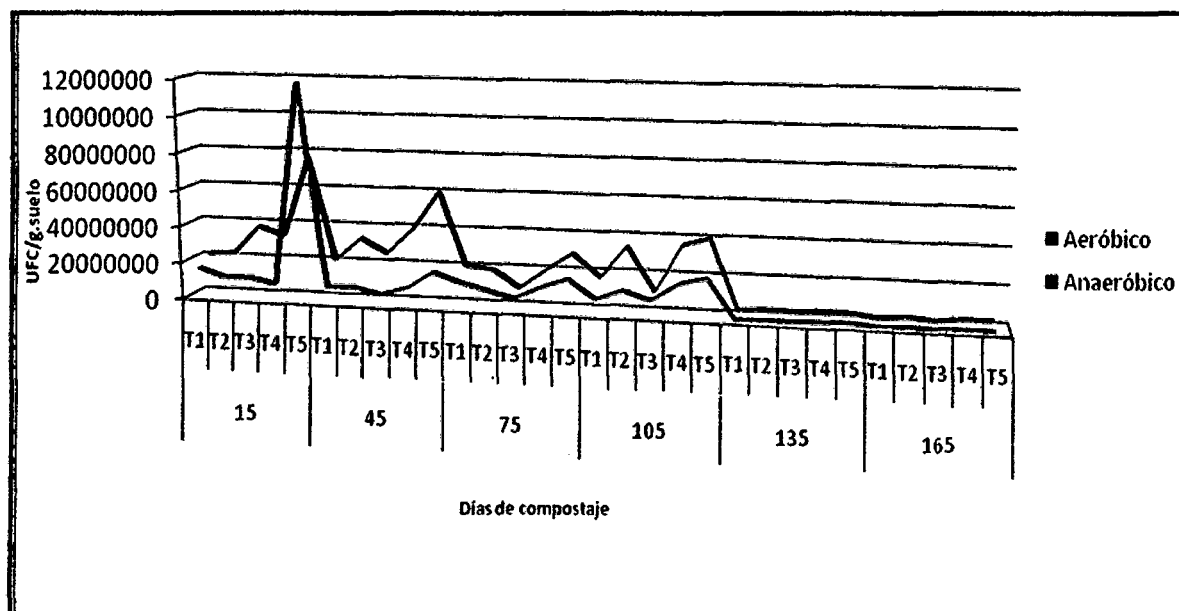


Gráfico 22: Fluctuación poblacional de los diferentes géneros de bacterias (UFC/g. suelo), encontrados en el experimento

Cuadro 28: Prueba de DUNCAN para la población de bacterias (UFC/suelo) del compost en los tratamientos

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	3,73X10 ⁷ b	2,88X10 ⁷ c	3,46X10 ⁷ ab	2,54X10 ⁷ bc	2,82X10 ⁶ a	1,51X10 ⁶ a
T2	3,36X10 ⁷ b	4,21X10 ⁷ bc	2,96X10 ⁷ ab	4,74X10 ⁷ abc	3,81X10 ⁶ a	3,27X10 ⁶ a
T3	4,94X10 ⁷ b	3,12X10 ⁷ bc	1,57X10 ⁷ b	1,90X10 ⁷ c	3,82X10 ⁶ a	1,49X10 ⁶ a
T4	4,20X10 ⁷ b	4,88X10 ⁷ b	3,29X10 ⁷ ab	5,40X10 ⁷ ab	4,72X10 ⁶ a	3,01X10 ⁶ a
T5	1,95X10 ⁸ a	7,91X10 ⁷ a	4,77X10 ⁷ a	6,20EX10 ⁷ a	4,64X10 ⁸ a	3,13X10 ⁶ a
x	6,16 X10 ⁷	4,6 X10 ⁷	3,21 X10 ⁷	4,16 X10 ⁷	3,96 X10 ⁶	2,48 X10 ⁶
R ² (%)	51	85	56	89	69	61
CV (%)	4,64	1,28	2,74	1,42	1,96	2,86

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

5.4.3. Nematodos

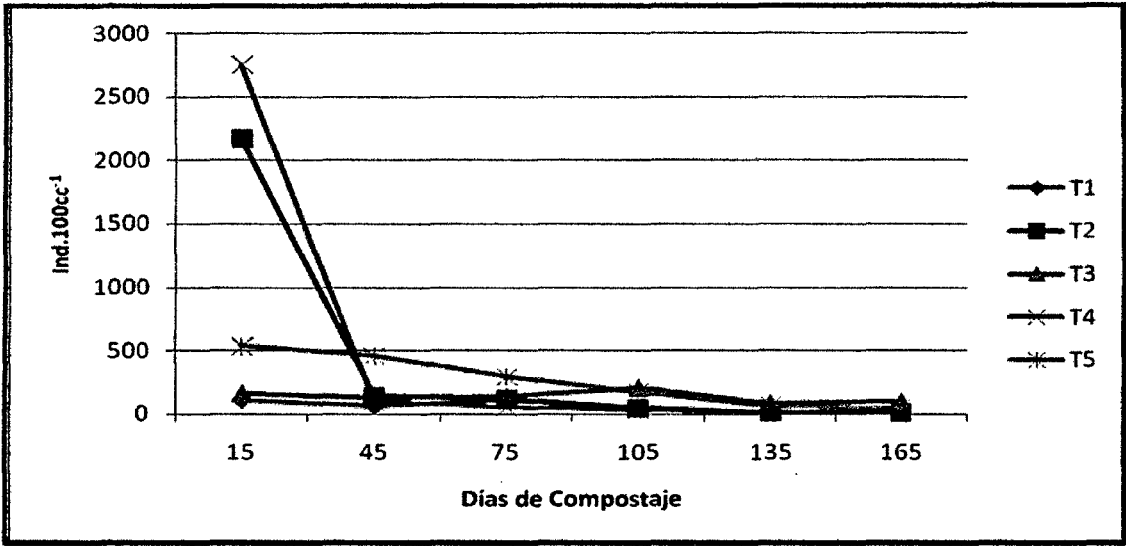


Gráfico 23: Población de nemátodos (Ind.100cc⁻¹suelo), encontrados en cada tratamiento durante el proceso de compostaje.

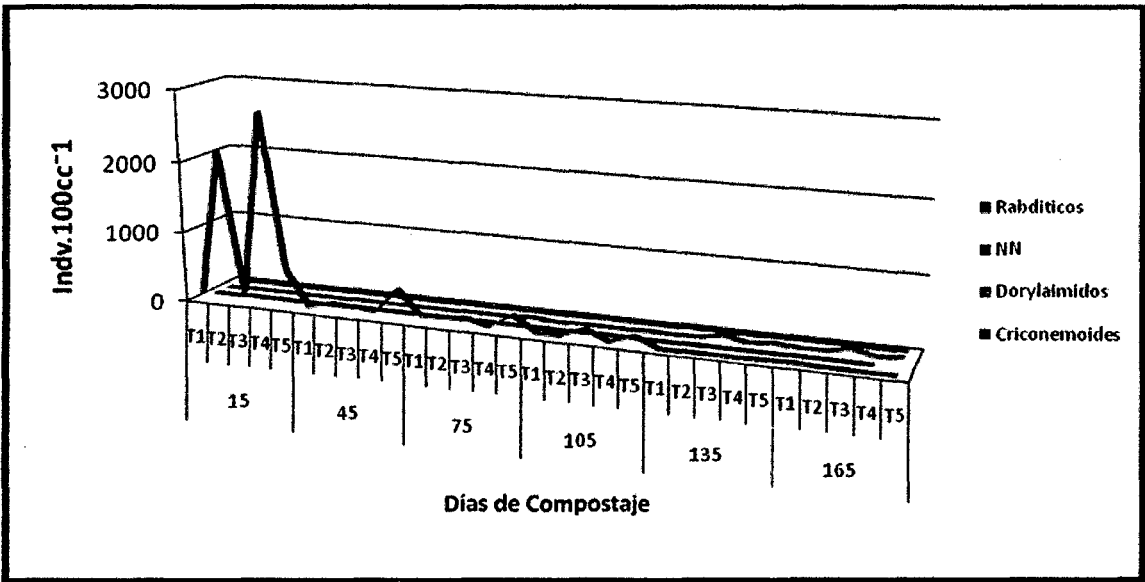


Gráfico 24: Fluctuación poblacional de los diferentes géneros de nematodos (Ind.100cc⁻¹suelo), encontrados en el experimento

Cuadro 29: Prueba de DUNCAN para la población de nemátodos (Ind.100cc⁻¹suelo) del compost en los tratamientos

TTO	Días de compostaje					
	15	45	75	105	135	165
T1	113,22c	66,60a	113,32b	48,88a	13,67b	35,55a
T2	2171,16ab	146,52a	124,43b	48,88a	13,33b	13,30a
T3	164,28bc	133,21a	139,98b	208,86a	84,47a	98,10a
T4	2752,80a	104,34a	59,99b	37,77a	9,22b	2,90a
T5	537,24abc	459,54a	295,52a	173,32a	64,44ab	46,67a
X	1147,74	182,04	123,98	103,54	37,03	39,30
R ² (%)	70	37	69	55	55	72
CV (%)	20,76	22,4	15,35	23,28	47,67	43,53

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0.05)

5.5. Análisis costo beneficio de cada tratamiento

Los tratamientos con el mismo material constituyentes en su composición mostraron tener similitud en la producción de compost (Cuadro 9).

Cuadro 30: Resumen de la cantidad de compost producido en cada tratamiento

Bloque	Tratamientos					Σ.
	T1	T2	T3	T4	T5	Bloque
I	130,34	170,48	109,41	150,38	100,93	661,54
II	114,51	150,73	101,35	143,45	90,98	601,03
III	97,38	131,39	110,64	142,51	85,86	567,79
Σ. Tto.	342,23	452,6	321,4	436,34	277,77	1830,35
Prom. Tto.	114,08	150,87	107,13	145,45	92,59	122,02

El análisis de varianza de la cantidad de compost producido, nos dice que existe diferencia altamente significativa para efectos de tratamientos y diferencia significativa para efectos de bloques (Cuadro 35).

Cuadro 31: Análisis de varianza para la cantidad de compost producido en cada tratamiento (Kg).

FV	GL	SC	CM	FC	Ft(0,05-0,01)
TTO	4,00	7595,32	1898,83	24,95	3,84-7,01 **
BLOCKS	2,00	903,9	451,95	5,94	4,46-8,65 *
Error	8,00	608,92	76,12		
Total	14,00	9108,14			

* : Diferencias ignificativas.

** : Diferencias Altamente significativas.

La prueba de rango de Duncan ($\alpha = 0.05$) (Cuadro 36), nos dice que los tratamientos T2 (Gallinaza + Rastrojo + Microorganismos Eficientes) y T4 (Gallinaza + Rastrojo), muestran ser estadísticamente iguales pero altamente significativos con respecto, a los demás tratamientos con producciones promedios que van 150,868 Kg y 145,448 Kg respectivamente, superando a los tratamientos T1 (Vacaza + Rastrojo + Microorganismos Eficientes), T3 (Vacaza+ Rastrojos), T3 (Vacaza + Rastrojo), T5 (Rastrojo), con promedios de (114,08 Kg), (107,13 Kg)y (92,59 Kg), además se ve un coeficiente de variabilidad de 7,15% y un coeficiente de determinación de 93 %.

Cuadro 32: Prueba de DUNCAN para la cantidad de compost producido en los tratamientos

TTO	Cantidad Compost (Kg)	SIGNF. (5 %)
T1	114,078	b
T2	150,868	a
T3	107,135	bc
T4	145,448	a
T5	92,59	c
R ² (%)	93	
CV (%)	7,15	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Con respecto a la relación costo beneficio (Cuadro 37), los tratamientos que mayor ganancia obtuvieron fueron los tratamientos T2 (14,18 %), T4 (14,43 %), es decir que por cada sol invertido en cada uno de dichos tratamientos se obtuvieron una ganancia de 0,86, 0, 86 nuevos soles, seguidos de los tratamientos T1, T3 y T5, quienes obtuvieron una relación costo beneficio de 17,53 %, 18,36, 37,91 % respectivamente, lo que quiere decir que por cada sol invertido obtuvieron una ganancia de 0,82, 0,82 y 0,62 nuevos soles respectivamente.

Cuadro 33: Relación Costo – Beneficio del compost producido en cada tratamiento.

TTO	Rdto (Kg)	Ingreso Bruto (S/)	Costo Prod (S/)	Beneficio Neto (S/)	C/B (%)
T1	3422,34	1026,7	153,17	873,53	17,53
T2	4526,03	1357,81	168,67	1189,14	14,18
T3	3214,04	964,21	149,57	814,64	18,36
T4	4363,43	1309,03	165,07	1143,96	14,43
T5	2777,71	833,31	229,07	604,24	37,91

* Precio Kg de Compost = S/. 0.30

VI. DISCUSIONES

6.1 Temperatura

Los niveles máximos de temperatura oscilaron entre 46 y 52 °C en los tratamientos evaluados (Cuadro 35), los cuales se consideran óptimas según Gray y Biddleston (1981); para conseguir eliminar los patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas, presentes en el material a compostar (Fig. 5).

Las temperaturas altas alcanzadas al inicio del proceso de compostaje, según menciona Catie (2005), son un indicador de la actividad metabólica de los microorganismos presentes en el compost, principalmente de hongos, bacterias y nematodos, siendo estos los responsables directos de la mineralización de la materia orgánica.

Además se ve en la fig.5, que los tratamientos que se inocularon microorganismos eficientes mantuvieron los valores más altos de temperatura por más tiempo, con respecto a los tratamientos que tienen el mismo material en su composición, tal como lo tuvo Cariello *et al* (2007) en su experimento.

6.2 % de Humedad

En la fig. 6, se aprecia los niveles de humedad mantenidos durante el todo el proceso de compostaje, los cuales oscilaron entre el 40 % y 60 % (Cuadro 37), dichos niveles, según menciona Gray y Biddleston (1981), son óptimos para garantizar un buen proceso aeróbico y el desarrollo normal de las actividades de los microorganismos presentes en la materia orgánica. Se

aprecia también, que los tratamientos que mayor humedad tuvieron durante el compostaje por la naturaleza del mismo fueron, el T5 (Rastrojo), a diferencia de los demás tratamientos, los cuales decrecieron para luego estandarizarse posteriormente.

6.3. Análisis químico

6.3.1 pH

Los valores más altos de pH que tuvieron los tratamientos, son aquellos con mezcla de estiércol de vaca (Fig. 7), esto se debió probablemente a que el pH va de la mano con la temperatura (Sundberg, 2004); y no según Catie (2005); el cual dice que la gran cantidad de calcio y magnesio son las bases para elevar el pH, para el caso de este experimento.

A medida que fue avanzando el proceso de compostaje, se produce una disminución del pH (neutro), que es necesaria para el proceso y que es acompañada por una sucesión de grupos fisiológicos, tal como lo corrobora Sztern y Pravia (1999); dichos pH encontrados a la época de la cosecha (6 a 9) se encuentran dentro del rango de acepción propuesto por Ruíz y Montes (2004); para tener un compost maduro.

La prueba de Duncan (Cuadro 12), nos muestra que los tratamientos con mezcla de estiércol de gallina, son los que han obtenido los valores más altos de pH a la época de cosecha (135 días) y que al final del proceso de compostaje todos los tratamientos mostraron ser estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes, lo cual nos es corroborado por Leveau

(2009), quien obtuvo mayores concentraciones de pH en el tratamiento con mezcla de estiércol de gallina, a la época de la cosecha, mostrando de esta forma que los tratamientos con aplicación de microorganismos eficientes T1 (Rastrojo+ Vacaza+ ME) y T2 (Rastrojo+ Gallinaza+ ME), mostraron ser disímiles entre ellos, pero estadísticamente iguales a sus respectivos testigos T3 (Rastrojo + Vacaza) y T4 (Gallinaza + Rastrojo) , T5(Rastrojo), debido principalmente a la composición de los mismos.

Los coeficientes de variabilidad encontrados para el pH(<8%), muestran la homogenidad del material experimental, los cuales se encuentran dentro del rango de acepción por Calzada (1971); además se muestra coeficientes de determinación en las primeras 5 evaluaciones(>84 %), aceptables por Calzada (1971); lo cual demuestra que el pH a influenciado marcadamente en la descomposición de la materia orgánica y en la calidad del compost obtenido, hasta los 135 días de compostaje, y que al final del proceso de compostaje dicha variable no ha influenciado considerablemente en la calidad ni en el proceso de compostaje para no encontrar coeficientes de determinación aceptables dentro de los estipulado por Calzada (1971) ≥ 70 %.

6.3.2 C.E.

La cantidad de sales encontradas en los tratamientos con mezcla de estiércol (Fig. 08), se debe probablemente a que la conductividad eléctrica está influenciada por el Ca^{++} , K^{+} y Na^{+} , que son bases que hacen elevar las concentraciones de sales en los tratamientos, Cariello *et al* (2007).

Las concentraciones de sales encontrados para la conductividad eléctrica a la época de la cosecha, muestran que dichas concentraciones no se encuentran dentro de los rangos de acepción por Ruíz y Montes (2004) <2%, ni dentro de los rangos de acepción propuestos por Meléndez y Soto (2003) 1 a 7 %.

La prueba de Duncan del Cuadro 13, nos muestra que los tratamientos con mezcla de estiércol de gallina mostraron tener las mayores concentraciones de sales a la época de la cosecha (135 días), y que los tratamientos inoculados mostraron ser disímiles entre ellos, pero estadísticamente iguales a sus respectivos testigos T3 (Rastrojo + Vacaza) y T4 (Gallinaza + Rastrojo), T5 (Rastrojo), debido principalmente a la composición de los mismos.

Los coeficientes de variabilidad encontrados para la C.E(≤22%), muestra la homogenidad del material experimental, los cuales se encuentran dentro del rango de acepción por Calzada (1971), además se muestra coeficientes de determinación en las primeras 5 evaluaciones(≥70 %), aceptables por Calzada (1971), lo cual demuestra que la conductividad eléctrica a influenciado marcadamente en la descomposición de la materia orgánica y en la calidad del compost obtenido hasta los 135 días de compostaje, y que al final del proceso de compostaje dicha variable no ha influenciado considerablemente en la calidad ni en el proceso de compostaje, por lo cual no se encontró coeficientes de determinación aceptables dentro de los estipulado por Calzada (1971) ≥70 %.

6.3.3 Materia orgánica

La disminución de las concentraciones de la materia orgánica (Fig. 09) en los tratamientos durante el proceso de compostaje, se debió probablemente a que los materiales originados se estaban descomponiendo y liberaban sus elementos que lo constituyen (Navarro, 2003).

La prueba de Duncan del Cuadro 14, nos muestra que el tratamiento T5 (Rastrojo), es que menos descomposición ha obtenido al final del proceso de compostaje con 32,27 % de materia orgánica y que los tratamiento inoculados mostraron ser iguales estadísticamente, pero numéricamente diferentes, con respecto a los que no eran inoculados a los 135 días de compostaje en las cuales se cosecho los tratamientos con mezcla de estiércol.

Dentro de los rangos de materia orgánica estipulado por Ruíz y Montes (2004) >30%, encontrados en el proceso de compostaje a los 135 días de compostaje, se encuentran los tratamientos T1, T2, T4 y T5 y finalizado el proceso de compostaje (165 días), el único que tuvo el rango de acepción propuesto por Ruíz y Montes (2004), fue el tratamiento T5.

El coeficiente de variabilidad encontrado al inicio de las evaluaciones (25,56 %) muestra la gran heterogeneidad que existe entre uno y otro tratamiento debido a las diferentes tipos de materiales usados para elaboración del compost; además nos muestra que en las demás épocas de evaluación coeficientes de variabilidad bajos (<12 %), aceptables dentro del rango establecido por Calzada (1971); además se muestra en el cuadro 13,

coeficientes de determinación bajos a los estipulados por Calzada (1971) $\geq 70\%$, en las primeras 5 evaluaciones ($< 68\%$), los cuales nos estarían indicando que la calidad de la materia orgánica, no sería una variable determinante para que la descomposición de dicho material sea lo más pronto posible.

6.4.4 Carbono

La disminución del carbono durante el proceso de compostaje (Fig.10), se debió probablemente a que los microorganismos utilizaban dicho carbono para suplir sus gastos energéticos (Gray y Biddleston, 1981); los cuales después de su utilización han sido expulsado probablemente como CO_2 , existiendo una correcta depreciación (Grupo Latina, 2006). Además dicha tendencia es asociado al comportamiento de la materia orgánica durante todo el proceso de compostaje (Navarro, 2003); y corroborando con lo mencionado, la prueba de correlación (Cuadro 44), realizada entre estas dos variables, nos muestra un coeficiente de correlación muy alto (1%), positiva y altamente significativa, lo cual nos indica que a mayor cantidad de materia orgánica mayor será la concentración de carbono.

La prueba de Duncan del Cuadro 15, nos muestra que el tratamiento T5 (Rastrojo), con una concentración de $18,72\%$ de carbono es el que mayor cantidad de dicho elemento ha obtenido al final del proceso de compostaje, quizás porque dicho tratamiento es el que tiene mayor cantidad de rastrojo; y que los tratamientos con incorporación de microorganismos eficientes T1 y

T2, mostraron ser estadísticamente igual a los demás tratamientos a la época de la cosecha, no ejerciendo dicha aplicación un aumento o un mantenimiento en dicho elemento en los tratamientos.

También se puede ver en el Cuadro 15, coeficientes de variabilidad bajos ($<23\%$), aceptables dentro del rango establecido por Calzada (1971); lo cual nos muestra la homogeneidad que tiene el material experimental; se muestra coeficientes de determinación bajos ($\leq 67\%$) a los estipulados por Calzada (1971) en las primeras 5 evaluaciones, los cuales nos estarían indicando que dicha variable ha influido minoritariamente en la activación de los microorganismos y por ende en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material, existiendo otros factores no controlados que también han influyen en la descomposición y en la calidad de dichos materiales para causar dicha depreciación y no obtener dichos coeficientes dentro de los establecidos por Calzada (1971), a esas fechas de evaluación y que al final del proceso de compostaje dicha variable ha influenciado mayoritariamente en la descomposición del compost, por lo cual se obtuvo un coeficiente de determinación aceptables dentro de los rangos de aceptación estipulado por Calzada (1971), $\geq 70\%$.

6.3.5 Nitrógeno

El decrecimiento del nitrógeno durante el proceso de compostaje (Fig. 11), se debió probablemente a la liberación del nitrógeno por volatilización debido a las altas temperaturas alcanzadas durante el proceso de compostaje (Catie, 2005), y que además los microorganismos al necesitar el nitrógeno

para la síntesis proteica lo utilizaron (Gray y Biddleston ,1981) y lo liberaron en forma de nitratos y nitritos, los cuales pueden haberse perdido probablemente por lixiviación (Navarro, 2003).

La prueba de Duncan del Cuadro 16, nos muestra que los tratamientos con aplicación de microorganismos eficientes T1 (Rastrojo+ Vacaza+ME) y T2 (Rastrojo+ Gallinaza+ ME), mostraron ser disímiles entre ellos, pero estadísticamente iguales a sus respectivos testigos T3 (Rastrojo + Vacaza) y T4 (Gallinaza + Rastrojo), T5 (Rastrojo), puesto que el tratamiento que estaba compuesto por gallinaza es el que tuvo las mayores concentraciones de nitrógeno.

Todos los tratamientos se encontraron a la época de la cosecha dentro de los rangos de acepción estipulados por Ruíz y Montes (2004) $> 0,6 \%$ y los tratamientos que se cosecharon a los 135 días mostraron una disminución de dicho elemento a los 165 días, por lo cual la cosecha que se realizó a los tratamientos con mezcla de estiércol a los 135 días ha sido buena.

Los coeficientes de variabilidad $< 8\%$, encontrados para el nitrógeno se encuentran dentro de los rangos de acepción propuesto por Calzada (1971) $\leq 20 \%$; lo cual indica la homogenidad del materia experimental y la confiabilidad del mismo. Además se encontró coeficientes de determinación a los 15, 45,75, 105 y 165 días de compostaje aceptables dentro de los rangos estipulados por Calzada (1971) $\geq 70 \%$, demostrándonos que el nitrógeno ha influido decisivamente en la activación de los microorganismos y consecuentemente una correcta descomposición de dicho material, en las

primeras fases del proceso de compostaje y mientras que a los 135 días de compostaje se encontró un coeficiente de 68 %, el cual no se encuentra dentro de los rangos de acepción propuesto por Calzada (1971) ≥ 70 %, pero se considera aceptable para el presente trabajo .

6.3.6 Relación Carbono/Nitrógeno

El decrecimiento de la concentración carbono/nitrógeno (Fig. 12), se debió probablemente a que los microorganismos utilizaban dichos elementos para suplir sus gastos energéticos y proteicos, Gray y Biddleston (1981).

La prueba de Duncan del Cuadro 17, nos muestra que se partió de una relación carbono nitrógeno entre (12 a 24 %) y que al final del proceso de compostaje, el tratamiento T5 (Rastrojo), mostró tener las mayores concentraciones de la relación Carbono/Nitrógeno (20,58%); dichos rangos de carbono nitrógeno al inicio del proceso de compostaje hacen que el proceso de compostaje sea lento, Gray y Biddleston (1981).

Los rangos de carbono/nitrógeno a la época de la cosecha (135 y 165 días) < 17 %, muestran que son aceptables propuestos por Ruíz y Montes (2004); para tener un compost maduro. Los coeficientes de variabilidad encontrados para la variable carbono/nitrógeno (< 23 %), se consideran aceptables para el presente trabajo de investigación. Además se ve que a los 45, 75, 105 y 165 días de compostaje, coeficientes de determinación que se encuentran dentro del rango establecido por Calzada (1971) $\geq 70\%$, y mientras que a los 15 y 135 días coeficientes de determinación muy bajos con respecto a lo establecido por Calzada (1971), los cuales nos estarían indicando que a los

45, 75, 105 y 165 días de compostaje dichas relaciones (C/N), estarían influenciando decisivamente en la activación de los microorganismos y consecuentemente una correcta descomposición de la materia orgánica y que en las posteriores fechas dichas relaciones estarían influenciando muy minoritariamente en la activación de los microorganismos, por ende en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material, existiendo otros factores no controlados que también han influenciado en la descomposición y en la calidad de dichos materiales para causar dicha depreciación y no obtener dichos coeficientes dentro de los establecidos por Calzada (1971).

6.3.7 Fósforo

El decrecimiento de la concentración de fósforo en los tratamientos (Fig. 13), se debió probablemente a que estos valores están influenciados por los valores de pH correspondientes para cada tratamiento evaluado (Trouw, 1951); citado por Leon (2007); y que además los microorganismos al necesitar fósforo para el desarrollo de su ciclo vital lo retienen temporalmente (Navarro, 2003); por lo cual se vio una ligera estabilidad y aumento de dicho elemento en los tratamientos a los 75 y 105 días.

La prueba de Duncan del Cuadro 18, nos muestra que los tratamientos con aplicación de microorganismos eficientes T1 (Rastrojo+ Vacaza+ME) y T2 (Rastrojo+ Gallinaza+ ME), mostraron ser disímiles entre ellos, pero estadísticamente iguales a sus respectivos testigos T3 (Rastrojo + Vacaza) y T4 (Gallinaza + Rastrojo), T5(Rastrojo), puesto que los tratamientos T2 (Gallinaza + Rastrojo+ Microorganismos Eficientes) y T4 (Gallinaza +

Rastrojo); muestran ser altamente significativos a los demás tratamientos en todo el proceso de compostaje; debido principalmente a la composición de los mismos (Cuadro 09), ya que dichos tratamientos están compuestos por gallinaza y es este estiércol el que tiene altas concentraciones de fósforo.

Los rangos de fósforo encontrados durante el proceso de compostaje en cada uno de los tratamientos a la época de la cosecha (135 y 165 días) $> 0,5$ %, son aceptables para Ruíz y Montes (2004), para tener un compost maduro. Los coeficientes de variabilidad y determinación encontrados para el fósforo (< 10 % y ≥ 98 %), son aceptables dentro de lo estipulado por Calzada (1971) ≤ 20 % y ≥ 70 %; lo cual estaría indicando que hubo homogenidad en el material experimental y que el fósforo ha influido decisivamente en la activación de los microorganismos, por ende en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material.

6.3.8 Potasio

El decrecimiento y aumento del potasio a los 45 y 75 días (Fig. 14), se debió probablemente a que los microorganismos al necesitar potasio para el desarrollo de su ciclo vital lo retienen temporalmente (Sztern y Pravia, 1999); la precipitación encontrada para este elemento, se debió probablemente a que este se pierde por lixiviación, ya que los materiales empleados en la elaboración del compost cuando son descompuestos son liberados y estos son fácilmente lavados (Navarro, 2003); y que además dicho decrecimiento probablemente fue determinado por los valores de pH de cada uno de los tratamientos evaluados, ya que el pH es un factor

determinante en la disponibilidad de los macro y micronutrientes (Trouw 1951 citado por León, 2007).

La prueba de Duncan del Cuadro 19, nos menciona que los tratamientos con aplicación de microorganismos eficientes T1 (Rastrojo+ Vacaza+ME) y T2 (Rastrojo+ Gallinaza+ ME), mostraron ser estadísticamente a los demás tratamientos, en casi todo el proceso de compostaje, existiendo algunas diferencias. Los rangos de potasio encontrados durante el proceso de compostaje en cada uno de los tratamientos a la época de la cosecha (135 y 165 días) $> 1,5 \%$, son aceptables para Ruíz y Montes (2004); para tener un compost maduro.

Los coeficientes de variabilidad encontrados para el potasio ($< 12 \%$), se encuentran dentro de los rangos de aceptación propuestos por Calzada (1971) $\leq 20\%$; lo cual estaría indicando que hubo homogeneidad en el material experimental. Además se ve que un coeficiente de determinación a los 15 días (83%), aceptables dentro de lo estipulado por Calzada (1971) $\geq 70 \%$; y mientras que en las demás épocas de evaluación se puede notar coeficientes de determinación muy bajos ($\leq 68 \%$), los cuales nos estarían indicando que en los demás tiempos de evaluación, el potasio a influenciado minoritariamente en la activación de los microorganismos, por ende en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material, existiendo otros factores no controlados que también han influyen en la descomposición y en la calidad de dichos materiales para causar dicha

depreciación y no obtener dichos coeficientes dentro de los establecidos por Calzada (1971).

6.3.9 Azufre.

El incremento paulatino del azufre a los 45 días y el crecimiento exacerbado a los 135 días (Fig. 15), se debió probablemente, a que los componentes químicos originarios de dicho materiales en proceso de descomposición se iban liberando, quizás por la influencia de las bacterias y hongos los cuales han sido capaces de descomponer materiales que son altamente estables. También hay que señalar que otro factor influyente en su mayor o menor rapidez de su descomposición y posterior oxidación es el % de humedad que tuvieron los tratamientos los cuales han ido decreciendo paulatinamente conforme los materiales originarios se iban descomponiendo, Navarro (2003).

La prueba de Duncan del Cuadro 20, nos muestra que los tratamientos con aplicación de microorganismos eficientes T1 (Rastrojo+ Vacaza + ME) y T2 (Rastrojo+ Gallinaza+ ME), no mostraron ser significativos en todo el proceso de compostaje, debido quizás a la heterogenidad de los materiales a usar.

Los coeficientes de variabilidad encontrados para el azufre a los 15, 45, y 135 días de compostaje ($< 5\%$), son aceptables dentro de los rangos propuestos por Calzada (1971) $\leq 20\%$, lo cual nos demuestra que en esos tiempos, hubo una buena homogenidad en el material experimental y

mientras que en los demás tiempos de evaluación existió una alta heterogeneidad en los tratamientos, por lo cual no se obtuvo coeficientes de determinación dentro de lo establecido por Calzada (1971). Además se muestra coeficientes de determinación aceptables dentro del rango estipulado por Calzada (1971) $\geq 70 \%$, en las primeras 5 evaluaciones del presente trabajo, lo cual demuestra que esos tiempos el azufre ha influido decisivamente en la activación de los microorganismos, por ende en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material, y que al final del proceso de compostaje dicha variable a influido minoritariamente en la activación de los microorganismos, por ende en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material, para no obtener dentro de los establecidos por Calzada (1971).

6.3.10 Calcio

El decrecimiento del calcio durante el proceso de compostaje (Fig. 16), se debió probablemente a la influencia del pH en los tratamientos, como lo corrobora Troug (1951), citado por León (2007), y que estos además han sido influenciados probablemente por la actividad de los microorganismos (Navarro, 2003), los cuales liberaron el calcio mediante formas que son fácilmente lavables (Navarro, 2003), Y corroborando con esto la prueba de correlación (Cuadro 44) realizado entre el calcio, los hongos y las bacterias nos muestra un coeficiente de correlación alto (0,65 %) positivo y altamente significativo, y un coeficiente de correlación moderada (0,40%), positiva pero que no es significativo al final de dicho proceso de compostaje.

La prueba de Duncan del cuadro 21 , nos menciona que los tratamientos con aplicación de microorganismos eficientes T1 (Rastrojo+ Vacaza+ME) y T2 (Rastrojo+ Gallinaza+ ME),muestran ser disímiles entre ellos, pero estadísticamente iguales a sus respectivos testigos T3 (Rastrojo + Vacaza) y T4 (Gallinaza + Rastrojo) , T5(Rastrojo), y que los tratamientos T2 (Gallinaza + Rastrojo+ Microorganismos Eficientes) y T4 (Gallinaza + Rastrojo), son altamente significativos a los demás tratamientos en todo el proceso de compostaje; debido principalmente a la composición de los mismos, ya que dichos tratamientos están compuestos por gallinaza y es este estiércol el que tiene altas concentraciones de calcio.

Las concentraciones de calcio encontrados en los tratamientos a la época de la cosecha (135 y 165 días) $< 7,5 \%$, son similares a los encontrados por Leveau (2009), cuando este cosecho su compost. Los coeficientes de variabilidad y determinación encontrados para el calcio ($< 10 \%$ y $\geq 98 \%$), se encuentran dentro de los rangos de aceptación propuestos por Calzada (1971) ≤ 20 y $\geq 70 \%$, los cuales nos estaría indicando que hubo homogenidad del material experimental y que el calcio a influenciado marcadamente en la activación de los microorganismos, por ende en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material.

6.3.11 Magnesio

La tendencia del magnesio durante el proceso de compostaje (Fig.17), tiene el mismo comportamiento que el calcio, debido probablemente a que el calcio está íntimamente relacionado con el magnesio (Navarro, 2003), y corroborando con esto se hizo la prueba de correlación entre el calcio y magnesio (Cuadro 47), nos muestra un coeficiente de correlación muy alto (0,87 %), positivo y altamente significativo; también dicho comportamiento haya sido influenciado probablemente por los valores del pH en los tratamientos, como lo corrobora Troug (1951), citado por León (2007); y que posiblemente también hayan sido influenciados por la actividad de los microorganismos (Navarro, 2003); los cuales liberaron el magnesio bajo formas que son fácilmente lavables (Navarro, 2003); y corroborando con esto la prueba de correlación (Cuadro 44) realizado entre el magnesio, los hongos y las bacterias nos muestra un coeficiente de correlación moderadamente alto (0,52 %), positivo y significativo y un coeficiente de correlación bajo (0,35 %), negativo y no significativo al final de dicho proceso de compostaje.

La prueba de Duncan del cuadro 22, nos menciona que los tratamientos que los tratamientos con aplicación de microorganismos eficientes T1 (Rastrojo+ Vacaza + EM) y T2 (Rastrojo+ Gallinaza+ EM), muestran ser disímiles entre ellos, pero estadísticamente iguales a sus respectivos testigos T3 (Rastrojo + Vacaza) y T4 (Gallinaza + Rastrojo), T5(Rastrojo), y que los tratamientos T2 (Gallinaza + Rastrojo+ Microorganismos Eficientes) y T4 (Gallinaza + Rastrojo), son altamente significativos a los demás tratamientos en todo el

proceso de compostaje; debido principalmente a la composición de los mismos, puesto que el estiércol de gallina es el que tiene altas concentraciones de magnesio.

Las concentraciones de magnesio encontrados en los tratamientos a la época de la cosecha (135 y 165 días) ≤ 1 %, son similares a los encontrados por Leveau (2009); cuando este cosecho su compost. Los coeficientes de variabilidad y determinación encontrados para el magnesio (<13 % y ≥ 89 %), se encuentran dentro de los rangos de aceptación propuestos por Calzada (1971) ≤ 20 y ≥ 70 %, los cuales nos estaría indicando que hubo homogeneidad del material experimental y que el magnesio a influenciado marcadamente en la activación de los microorganismos, por ende en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material.

6.3.12 Manganese

La tendencia del manganeso durante el proceso de compostaje (Fig. 18), tiene un comportamiento casi parecido a la que presenta el magnesio, debido posiblemente a que existe una relación química estrecha entre estos dos elementos con respecto a su disponibilidad como lo acota Troug (1951), citado por León (2007); y corroborando con esto, la prueba de correlación del Cuadro 44, realizada entre estas dos variables nos muestra un coeficiente de correlación muy alto (0,83 %), positivo y altamente significativo entre estas variables, lo cual nos estaría indicando que a mayor cantidad de magnesio mayor será la concentración del manganeso; además

se ve coeficientes de correlación muy alto (0,85%), positivo y altamente significativo entre el nitrógeno y el manganeso, esto es debido probablemente a que el manganeso desempeña un papel muy importante en la reducción de nitratos (Navarro, 2003). Además la fluctuación del manganeso se debió probablemente a que los microorganismos necesitan de bioelementos esenciales para suplir sus gastos vitales (Navarro, 2003); y corroborando con esto la prueba de correlación realizada entre el manganeso, hongos y bacterias, nos muestra un coeficiente de correlación moderadamente alto (0,55 %) positivo y significativo, y un coeficiente de correlación moderada alto (0,56 %), positiva y significativo al final del proceso de compostaje.

La prueba de Duncan del Cuadro 23, nos muestra que los tratamientos T2 (Gallinaza Rastrojo+ Microorganismos Eficientes) y T4 (Gallinaza + Rastrojo) son estadísticamente iguales, pero muestran superioridad con respecto a los demás tratamientos durante el proceso de compostaje, con concentraciones oscilantes entre (700 a 530 ppm), dicha superioridad se debe a que estos tratamientos están compuestos por gallinaza y es este estiércol el que tiene altas concentraciones de manganeso.

Las concentraciones del manganeso (Cuadro 23), encontrados en los tratamientos a la época de la cosecha (135 y 165 días) ≥ 350 ppm, estos resultados muestran algo de similitud a los encontrados por cuando este cosecho su compost. Los coeficientes de variabilidad y determinación encontrados para el manganeso (<11 % y ≥ 95 %), se encuentran dentro de

los rangos de aceptación propuestos por (Calzada, 1971) ≤ 20 y ≥ 70 %, los cuales nos estaría indicando que hubo homogeneidad del material experimental y que el magnesio a influenciado decisivamente en la activación de los microorganismos, por ende en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material.

6.3.13 Boro

La tendencia del boro en cada uno de los tratamientos (Fig. 19), se debe probablemente a que el boro forma parte de las paredes celulares de los rastrojos utilizados, los cuales se iban descomponiendo para ir liberando sus componentes químicos durante el proceso de descomposición, quizás por la influencia de las bacterias y hongos quienes descomponían la materia orgánica que es difícilmente biodegradable (Navarro, 2003).

La prueba de Duncan del cuadro 24, nos muestra que los tratamientos T1 (Vacaza + Rastrojo+ EM) y T3 (Vacaza+ Rastrojo) son estadísticamente iguales, con concentraciones de (337,57 y 366,05 ppm), pero es el tratamiento T3 (Vacaza+ Rastrojo), con una concentración de 366,05 ppm, quien muestra superioridad con respecto a los demás tratamientos a los demás 15 días de compostaje y mientras que al final del proceso de compostaje todos los tratamientos mostraron ser estadísticamente iguales, con concentraciones que están entre (312 y 512 ppm).

Los coeficientes de variabilidad encontrados para el boro (< 15 %), muestra la gran homogeneidad que tiene el experimento, los cuales se encuentran

dentro de los propuestos por (Calzada, 1971). Además se ve coeficientes de determinación de 91 y 71 % a los 15 y 105 días de iniciado el experimento, los cuales se encuentran dentro de los rangos de aceptación propuestos por Calzada (1971), y mientras que en las posteriores evaluaciones coeficientes de determinación muy bajos (≤ 61 %), los cuales nos estarían indicando que en los demás tiempos de evaluación, el boro ha influido minoritariamente en la activación de los microorganismos, por ende en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material, existiendo otros factores no controlados que también han influyen en la descomposición y en la calidad de dichos materiales para causar dicha depreciación y no obtener dichos coeficientes dentro de los establecidos por Calzada (1971) ≥ 70 %.

6.3.14 Hierro

El incremento (45 y 105 días) y decrecimiento (135 y 165 días) del hierro durante el proceso de compostaje (Figura 20), se debió probablemente a que a que los microorganismos al necesitar hierro para el desarrollo de su ciclo vital lo inmovilizan mediante reacciones oxidativas o bien por un consumo amplio del mismo (Navarro, 2003), los cuales liberan sus elementos que lo constituyen (Navarro, 2003); y que además estos valores están influenciados por los valores de pH correspondientes para cada tratamiento evaluado (Trouw, 1951), citado por León (2007), y corroborando a esto la prueba de correlación entre el pH y el Hierro (Cuadro 44), nos muestra un coeficiente de correlación bajo (0,35 %) negativo y no

significativo, lo cual nos estaría indicando que el pH es inversamente proporcional al Hierro.

La prueba de Duncan del Cuadro 25, nos menciona que al final del proceso de compostaje todos los tratamientos mostraron ser estadísticamente iguales con concentraciones que están entre (4500 y 7500 ppm). Los coeficientes de variabilidad encontrados para el hierro (<3%), muestra la gran homogeneidad que tiene el experimento, los cuales se encuentran dentro de los propuestos por (Calzada, 1971) $\leq 20\%$. Además se ve un coeficiente de determinación de (74 %) a los 15 aceptable por Calzada (1971) $\geq 70\%$, y en las posteriores evaluaciones coeficientes de determinación bajos $\leq 52\%$, los cuales nos estarían indicando que en los demás tiempos de evaluación, el hierro a influido minoritariamente en la activación de los microorganismos, por ende en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material, existiendo otros factores no controlados que también han influyen en la descomposición y en la calidad de dichos materiales para causar dicha depreciación y no obtener dichos coeficientes dentro de los establecidos por Calzada (1971) $\geq 70\%$.

6.3.15 Zinc

El comportamiento del zinc durante el proceso de compostaje (Fig. 21) tiene una tendencia casi parecida al magnesio y manganeso, la cual es de mayor a menor, esto es debido a que el Zinc presenta en todas sus actuaciones notable semejanza con la del magnesio y manganeso (Navarro, 2003); dicho comportamiento también pudieron haber sido influenciados por el pH de cada tratamiento, Troug (1951), citado por León (2007). Y corroborando a

Las diferentes especies de hongos que mayormente estuvieron presentes en el compost durante el proceso de compostaje (Fig. 23), han sido: *Aspergillus* sp, *Trichoderma* sp, *Penicillium* sp, *Fusarium* sp, los cuales son los principales descomponedores de los materiales celulíticos (Silva y López ,2003) y además son antagónicos (*Trichoderma* sp, *Penicillium* sp), a organismos fitopatógenos (Atlas Y Bartha, 2002; Hoitink *et al.*, 1997), citado por Arauz (2003).

La prueba de Duncan del Cuadro 28, nos muestra que todos los tratamientos en todo el proceso de compostaje mostraron ser estadísticamente iguales en cuanto a la concentración de hongos, pero numéricamente eran diferentes, con poblaciones que oscilan al final del proceso entre ($2,90 \times 10^5$ a $5,20 \times 10^5$). Además el Cuadro 26, nos muestra coeficientes de variabilidad ($\leq 8\%$), aceptables dentro de los rangos propuestos por Calzada (1971) $\leq 20\%$, pero nos muestra coeficientes de determinación muy bajos ($\leq 62\%$), los cuales nos indicarían que los hongos no han influenciado decisivamente en la rápida descomposición de la materia orgánica y en la calidad del compost.

6.4.2 Bacterias

Las altas poblaciones de bacterias al inicio del proceso de compostaje y el decrecimiento paulatino de dichas poblaciones en las posteriores etapas del proceso de compostaje (Fig. 25) se debió probablemente a que las bacterias son los primeros organismos que se sitúan en el compost, los cuales son los

responsables de la descomposición de proteínas, lípidos y grasas a temperaturas termofílicas (Palmisano y Barlaz, 1999 citado por Kall (2007).

Los géneros de bacterias mayormente encontrados hasta los hasta los 105 días de compostaje (Fig. 26), se debió probablemente a que las muestras correspondientes a las primeras fechas de evaluación habían sido herméticamente cerrados y guardados por un lapso de 4 meses para ser analizados posteriormente, para luego homogenizarse las poblaciones de los 2 géneros de bacterias pasando los 105 días, debido probablemente a existe especies de bacterias facultativas (Silva y López (2003).

La prueba de Duncan del Cuadro 29, nos menciona que el tratamiento que empezó con las mayores poblaciones de bacterias fue el T5 (Rastrojo), con una población de $1,95 \times 10^8$ ufc/g. suelo, con respecto a los demás tratamientos cuyas poblaciones no subían de $5,00 \times 10^7$ ufc/g. suelo, y que al final del proceso de compostaje todos los tratamientos mostraron ser estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes con poblaciones oscilantes entre ($1,50 \times 10^6$ ufc/g. suelo a $3,20 \times 10^6$ ufc/g. suelo).

Los coeficientes de variabilidad encontrados para las bacterias ($\leq 5\%$) (Cuadro 27), se encuentran dentro de los rangos propuestos por Calzada (1971) $\leq 20\%$, los cual nos estaría indicando que hubo homogenidad en el material experimental. Además se muestra coeficientes de determinación a los 45 y 105 días de compostaje de 85 y 89 %, los cuales se encuentran dentro de los rangos de acepción propuesto por Calzada (1971) $\geq 70\%$, y

en las posteriores evaluaciones coeficientes de determinación bajos $\leq 51\%$, los cuales nos estarían indicando que en los demás tiempos de evaluación, las bacterias han influido minoritariamente en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material, existiendo otros factores no controlados que también han influenciado en la descomposición y en la calidad de dichos materiales para causar dicha depreciación y no obtener dichos coeficientes dentro de los establecidos por Calzada (1971) $\geq 70\%$.

6.4.3 Nemátodos

Las altas poblaciones de los nemátodos al inicio del proceso de compostaje y el decrecimiento paulatino de dichas poblaciones en las posteriores etapas del proceso de compostaje (Fig. 27),, tiene una tendencia casi parecida a las bacterias (Fig. 25), esto debido probablemente a que los nemátodos encontrados mayormente en el compost *Rabditicos* sp (Figura N° 28), son los que mayormente se alimentan de bacterias (Volcy,1997), y al no encontrar más de estos microorganismos en las fases finales del proceso de compostaje, estos decrecieron paulatinamente; por tanto al mantenerse al no haber más de estos microorganismos al final del proceso de compostaje son indicadores de la finalización del proceso de compostaje (Gray y Biddleston, 1981), lo mismo corrobora Ruíz y Montes (2004).

La prueba de Duncan del Cuadro 30, nos muestra que el tratamiento T4 (Gallinaza + Rastrojo), es quien mostró superioridad al inicio del proceso de compostaje con una población de 2752,80 Ind.100cc⁻¹suelo, con respecto al T1 (Vacaza + Rastrojo + Microorganismos eficientes) 113,22 Ind.100cc⁻¹

¹suelo y T3 (Vacaza + Rastrojo) 164,28 Ind.100cc⁻¹suelo, pero es el tratamiento T4 (Gallinaza + Rastrojo), quien muestra ser estadísticamente igual a los tratamientos al T2 (Gallinaza + Rastrojo+ Microorganismos eficientes) 2171,1 Ind.100cc⁻¹suelo y T5 (Rastrojo) 537,24 Ind.100cc⁻¹suelo. Además se muestra que todos los tratamientos al final del proceso de compostaje mostraron ser estadísticamente igual con poblaciones oscilante entre (2 a 100 Ind.100cc⁻¹suelo).

Los coeficientes de variabilidad encontrados para los nemátodos hasta los 75 días de compostaje $\leq 20\%$, se encuentran dentro de los rangos propuestos por Calzada (1971), lo cual nos afirma que hasta esas fechas hubo homogenidad en el material experimental y mientras que en las posteriores evaluaciones existe coeficientes de variabilidad muy altos a lo que estipula Calzada (1971) $\leq 20\%$, lo cual nos demuestra que en las posteriores evaluaciones hubo heterogeneidad en el material experimental. Además se muestra coeficientes de determinación de 70% y 72% a los 15 y 165 días, lo cual nos demuestra que al inicio del proceso de compostaje dicha variable a influido decisivamente en la descomposición de la materia orgánica y en la calidad del compost y mientras que en las postreras evaluaciones los nemátodos han influido minoritariamente en la descomposición del compost y en la calidad de dicho material, existiendo otros factores no controlados que también han influenciado en la descomposición y en la calidad de dichos materiales para causar dicha depreciación y no obtener dichos coeficientes dentro de los establecidos por Calzada (1971) $\geq 70\%$.

6.5 Análisis de Costo/Beneficio del compost

El Cuadro 31, referido al análisis de varianza de la cantidad de compost producido, nos muestra que existe diferencia altamente significativas para efectos de tratamientos y diferencia significativa para efectos de bloques, y que los tratamientos que han sido aplicados microorganismos eficientes T1 y T2 muestran ser disímiles entre ellos, pero estadísticamente iguales a sus respectivos testigos T3 (Rastrojo + Vacaza) y T4 (Gallinaza + Rastrojo) , T5(Rastrojo), debido principalmente a la composición de los mismos, y que además los tratamientos T2 (Gallinaza +Rastrojo + Microorganismos Eficientes) y T4 (Gallinaza + Rastrojo), muestran ser estadísticamente iguales pero altamente significativos con respecto a los demás tratamientos con producciones promedios que van de 150,868 Kg y 145,448 Kg respectivamente, superando estadísticamente a los tratamientos T1 (Vacaza + Rastrojo + Microorganismos Eficientes), T3 (Vacaza+ Rastrojos), T5 (Rastrojo), con promedios de (114,08 Kg), (107,13 Kg)y (92,59 Kg), esta diferencia de los tratamientos con mezcla de gallinaza, se debe a que se redujeron menos en comparación con los demás tratamientos , con porcentajes promedios que van de 24,57 % y 27,28 % (Cuadro 35).

Con respecto a la relación costo beneficio (Cuadro 33), los tratamientos que mayor ganancia obtuvieron fueron los tratamientos T2 (14,18 %), T4 (14,43 %), es decir que por cada sol invertido en cada uno de dichos tratamientos se obtuvieron una ganancia de 0,86, 0, 86 nuevos soles, seguidos de los tratamientos T1, T3 y T5, quienes obtuvieron una relación costo beneficio de 17,53 %, 18,36, 37,91 % respectivamente, lo que quiere decir que por cada

sol invertido obtuvieron una ganancia de 0,82, 0,82 y 0,62 nuevos soles respectivamente, esto se debió principalmente al % de reducción que tuvieron entre uno y otro tratamiento.

En el cuadro N° 38, 39, 40, 41 y 42, se describe el costo de producción para la elaboración inicial de 200 Kg de compost en cada tratamiento en donde se aprecia que el tratamiento con mayor costo de producción ha sido el tratamiento T5 (Rastrojo), con 229,07 nuevos soles; seguidos de los tratamientos T2 (Gallinaza +Rastrojo + Microorganismos Eficientes) con \$ 168,67 ; T4 (Gallinaza + Rastrojo) con \$ 165,07; T1 (Vacaza + Rastrojo + Microorganismos Eficientes) con \$ 153,17 y el T3 (Vacaza + Rastrojo) con \$ 149, estos costos de producción se deben a que al momento de realizar el corte y picado de los rastrojos se necesitó mayor mano de obra. Con respecto al precio por Kilogramo de Compost utilizado es (\$ 0,30), el cual fue establecido luego de haber realizado las cotizaciones en varios productores que se dedican a la fabricación de abonos orgánicos.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1.** El mayor tiempo de descomposición ha ocurrido en el tratamiento T5 (Rastrojo), con 167 días, y los tratamientos T1 (Vacaza + Rastrojo + Microorganismos Eficientes), T2 (Gallinaza+ Rastrojo+ Microorganismos Eficientes), T3 (Vacaza + Rastrojos), y T4 (Gallinaza+ Rastrojo), fueron cosechados a los 141 días.
- 7.2.** Las mejores características químicas obtenidas con más altos nutrientes, fueron el T2 (Gallinaza +Rastrojo + Microorganismos Eficientes) y T4 (Gallinaza + Rastrojo), con valores de pH (6,96 y 7,17), Nitrógeno (1,55 y 1,54), Fósforo (2,43 y 2,43), Potasio (1,74 y 1,78) Calcio (6,93 y 7,04), Magnesio (0,97 y 0,94), Manganeseo(350,07 y 343,73), Azufre (5,15 y 5,70), Boro (105,07 y 129,20), Hierro (7068,05 y 6858,82), Zinc (448,13 y 437,61), Cobre (57,91 y 46,64).
- 7.3.** La mayor producción se ha obtenido en los tratamientos T2 (Gallinaza +Rastrojo + Microorganismos Eficientes) y T4 (Gallinaza + Rastrojo), con 150,868 Kg y 145,448 Kg, con reducciones de 75,43 % y 72,72 % respectivamente.
- 7.4.** Según la relación Costo / Beneficio,los tratamientos que mayor ganancia obtuvieron fueron los tratamientos T2 (14,18 %), T4 (14,43 %), los cuales obtuvieron una ganancia de 0,86 nuevos soles por cada sol invertido.
- 7.5.** Según la caracterización microbiológica, los tratamientos que presentaron las mejores características fueron los T2 (Gallinaza +Rastrojo + Microorganismos Eficientes) y T4 (Gallinaza + Rastrojo), los cuales al final del proceso de

compostaje tuvieron las mayores poblaciones de hongos ($5,19\text{E}+05$ UFC/gr Suelo ; $4,99\text{E}+05$ UFC/gr Suelo) y los mejores géneros (*Trichoderma* sp ; *Aspergillus* sp); además tuvieron las mayores poblaciones de bacterias ($3,27\text{E}+06$ UFC/100 gr Suelo ; $3,01\text{E}+06$ UFC/ gr Suelo); y las menores poblaciones de Nemátodos (0 IND /100 gr Suelo).

- 7.6. Por tanto se concluye que la aplicación de dicho producto microbiano a razón de 20 cc para 200 Kg los cuales han sido fraccionados en 6 aplicaciones por cada 15 días, no lograron acelerar la descomposición de la materia orgánica ni influir en la calidad del compost (Características Químicas y Microbiológicas), obtenido al final de dicho proceso.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1.** Desarrollar la producción de compost en la región San Martín, utilizando los diferentes insumos existentes en cada zona, teniendo en cuenta que la relación carbono/nitrógeno y el tipo de materiales a compostar influirán en la aceleración de la materia orgánica y en la calidad de dicho material.
- 8.2.** Hacer trabajos posteriores teniendo en cuenta la proporcionalidad de insumos empleados (Estiércol /Rastrojos) en base a su relación Carbono / Nitrógeno, por ser de gran importancia en el desarrollo de los microorganismos descomponedores de los materiales puestos a compostar.
- 8.3.** Incentivar la cultura de producción de Compost en la región San Martín, puesto que es una actividad de fácil manejo, el cual permite reciclar los desechos orgánicos, que al ser incorporados al suelo previamente compostados, favorecerán la vida microbiana, los cuales son los responsables directos de mejorar las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo.
- 8.4.** Disminuir la dependencia productos químicos en la Región San Martín mediante la utilización de abonos orgánicos, los cuales al ser incorporados mejorarán y recuperarán suelos degradados.
- 8.5.** La utilización de desechos orgánicos para la fabricación del compost, frente al incremento creciente de la población y disminución progresiva en la producción de alimentos.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Arauz, F. (2003). Utilización de abonos orgánicos en el combate de enfermedades de plantas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San José – Costa Rica. 78-93 de 102 pg.
2. Aubert, C. (1998). El Huerto Biológico. Ed. Integral Barcelona. 252 pg.
3. Calzada, B. J. (1970). Métodos Estadísticos para la Investigación. Universidad nacional agraria la molina (UNALM). Lima-Perú. 258 pg.
4. Canovas, B. (1997). Métodos estadísticos para la Investigación. Edición 3. Editorial Jurídicas S.A. LIMA– Perú, 645pg
5. Cariello, E. Castañeda, L. riobo, I. y Gonzales, J. (2007). Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso de compostaje de residuos sólidos. 23 pg.
6. CATIE, GTZ, UCR. (2005). Abonos Orgánicos para la Agricultura (En línea). Costa Rica. Consultado 21 Mar. 2008. Disponible en <http://www.cafehonduras.hn/IHCAFE2005/pdf/abonos.pdf>
7. Cerisola, C.I. (1989). Lecciones de Agricultura Biológica. Ed. Mundi – Prensa. Madrid. 20 pg.
8. Cervantes, F. A. (1997). Abonos Orgánicos (En línea). Perú. Consultado 21 Mar 2008. Disponible en http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm.
9. Duran, L y Henriquez, C. (2007). Caracterización Química, Física y Microbiológica de Vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. Agronomía Costarricense. 31(1):41–51 pg.

10. Fonseca, L. (2006). Producción de Compost a partir de Fuentes de Proteínas y Fibras. Tarapoto—Perú. 80 pg.
11. Gray, K.R y Biddleston A, D. (1981). The composing of agricultural waste. En Biological Husbandry –a scientific approach to organicfarming. Stonehouse (ed). Butterworths. 54 pg.
12. GRUPO LATINA, LDTA. (2006). Manual de Cultivos Orgánicos y Alelopatía. Bogotá – Colombia. 280 pg.
13. Guiberteau, A y Labrador. J. (1991). Técnicas de Cultivo en Agricultura Ecológica. Ministerio de Agricultura, Prensa y Alimentación. Madrid.44pp.
14. Hudson, T. and Dale, E. (1999). "Principios prácticos de la propagación de plantas" 2da. Edición.32-72 pg.
15. Kall, P.P. (2007). Seguimiento del proceso de humificación en compost inoculado. Bogotá – Colombia. 15 pg.
16. León, A. R. (2007). Acidez y alcalinidad de suelos. Universidad Autónoma de México. 50 pg.
17. Leveau, T. (2009). Caracterización química y microbiológica de abonos orgánicos a partir de gallinaza y rastrojos de cosecha para la producción agrícola. Tarapoto—Perú. 33-90 de 107pg.
18. Meléndez, G y Soto, G. (2003). Indicadores químicos de calidad de abonos orgánicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San José – Costa Rica.52-67 de 103 pg.
19. Navarro, G. 2003 Química Agrícola. "El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Ediciones mundi—Prensa. Madrid—Barcelona.478 pg.

20. Rengifo, C. (2003). Manejo integral de suelos "Fertilidad de suelos". "Universidad nacional de san Martín" (UNSM). Tarapoto-Perú. 10-12 de 85 pg.
21. Rojas, T.M. (1991). Métodos estadísticos para la investigación. Tarapoto-Perú. 230 pg.
22. Sánchez, R. C. (2003). Abonos Orgánicos y Lombricultura. Lima-Perú. 84pg.
23. Sardi, L. (1990). "Lombricultura y el Humus de Lombriz"; Seminario Taller sobre usos de Agroquímicos Alternativos de la Región Sur. Arequipa – Perú. 23 pg.
24. Silva. (2009). Microbiología Básica-Productos Biológicos. Disponible en <http://xcursor.org/laurasiaorganic/index.php>.
25. Silva y López. (2003). Recuperación de nutrientes en la fase sólida a través del compostaje. Escuela de ingeniería de los recursos naturales y del ambiente (EIDENAR). Cali-Colombia. 42 pg.
26. Soto, G. (2003). Abonos orgánicos: "Definiciones y procesos". Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San José – Costa Rica. 12-44 de 103 pg.
27. Soto, G. (2003). Liberación de nutrimentos de los abonos orgánicos: en busca de la sincronía. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). San José – Costa Rica. 44-52 de 103 pg.
28. Sztern, D y Pravia, M. (1999). Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana (OPS). 35 pg.
29. Teruo, H. Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Disponible en <http://www.ecotecnologias.com.ve>
30. Vásquez, A. (1990). Experimentación Agrícola. Diseños Estadísticos para la investigación científica y tecnológica. Lima –Perú. 276 pg.

- 31. Volcy, CH. (1997). El abc de la nematología (Tomo 1). Medellin-Colombia. 2-5 de 62 pg.**

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “Efecto de la Incorporación de Microorganismos Eficientes en el proceso de descomposición de la Materia Orgánica”, tiene como objetivos: 1) Determinar el tiempo de descomposición de la materia orgánica, 2) Determinar el efecto que tendrán los microorganismos eficientes en la calidad del compost obtenido y 3) Determinar la relación costo / beneficio de los tratamientos. El presente trabajo se realizó en la E.E. “Juan Bernito – ICT”, para lo cual se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos en estudio fueron los siguientes: T1 (100 Kg de Vacaza + 100 Kg de Rastrojo + 20 cc de Microorganismos eficientes), T2 (100 Kg de Gallinaza + 100 Kg de Rastrojo + 20 cc de Microorganismos eficientes), T3 (100 Kg de Vacaza + 100 Kg Rastrojo), T4 (100 Kg de Gallinaza + 100 Kg de Rastrojo), T5 (200 Kg de Rastrojo). A partir de los cuales se evaluaron las siguientes variables: Temperatura, Humedad, Características Químicas y Microbiológicas, los resultados obtenidos indican lo siguiente: Los tratamientos que obtuvieron las mejores características tanto químicas como microbiológicas han sido el T2 (100 Kg de Gallinaza + 100 Kg de Rastrojo + 20 cc de Microorganismos eficientes) y el T4 (100 Kg de Gallinaza + 100 Kg de Rastrojo), los cuales mostraron los siguientes resultados : pH (6,96; 7,17) , Nitrógeno (1,55 ; 1,54), Fósforo (2,43 ; 2,43), Potasio (1,74 ; 1,78) Calcio (6,93 ; 7,04), Magnesio (0,97 ; 0,94), Manganeso (350,07 ; 343,73), Azufre (5,15 ; 5,70), Boro (105,07 ; 129,20), Hierro (7068,05 ; 6858,82), Zinc (448,13 ; 437,61), Cobre (57,91 ; 46,64), hongos (5,19E+05 UFC/gr Suelo ; 4,99E+05 UFC/gr Suelo), con el mejor género: “ *Trichoderma* sp); bacterias (3,27 E+06 UFC/ gr Suelo ; 3,01E+06 UFC/100 gr Suelo); y las menores poblaciones de Nemátodos (0 IND /100 gr Suelo).

Referente a la relación Costo/Beneficio, los tratamientos que obtuvieron mayor ganancia fueron los tratamientos T2 (100 Kg de Gallinaza + 100 Kg de Rastrojo + 20 cc de Microorganismos eficientes) y el T4 (100 Kg de Gallinaza + 100 Kg de Rastrojo) T2 (14,18 %), T4 (14,43 %), los cuales obtuvieron una ganancia de 0,86 nuevos soles por cada sol invertido.

Palabras Claves: Abonos orgánicos, rastrojos, Microorganismos eficientes, *Trichoderma* sp.

SUMMARY

The present work of titled investigation: "Effect of the Incorporation of Efficient Microorganisms in the process of decomposition of the Organic Matter", has like objectives: 1) To determine the time of decomposition of the organic matter, 2) To determine the effect that will have the efficient microorganisms in the quality of compost obtained and 3) To determine the relation cost/benefits of the treatments. The present work was realised in the E.E. "Juan Bernito - ICT", for which a design of blocks at random (DBCA) with 5 treatments and 3 repetitions was used completely. The treatments in study were the following: T1 (100 kg of Vacaza + 100 kg of Strubble + 20 cc of efficient Microorganisms), T2 (100 kg of Gallinaza + 100 kg of Strubble + 20 cc of efficient Microorganisms), T3 (100 kg of Vacaza + 100 kg of Strubble), T4 (100 kg of Gallinaza + 100 kg of Strubble), T5 (200 kg of Strubble). From which the following variables were evaluated: Chemical and Microbiological temperature, Humidity, Characteristics, the obtained results indicate the following thing: The treatments that obtained the best chemical characteristics as as much microbiological have been the T2 (100 kg of Gallinaza + 100 kg of Strubble + 20 cc of efficient Microorganisms) and the T4 (100 kg of Gallinaza + 100 kg of Strubble), which showed the following results: pH (6,96; 7,17) , Nitrogen (1,55; 1,54), Phosphorus (2,43; 2,43), Potassium (1,74; 1,78) Calcium (6,93; 7,04), Magnesium (0,97; 0,94), Manganese (350,07; 343,73), Sulphur (5,15; 5,70), Boron (105,07; 129,20), Iron (7068,05; 6858,82), Zinc (448,13; 437,61), Receives (57,91; 46,64), fungi (5,19E+05 UFC/gr Suelo; 4,99E+05 UFC/gr Suelo), with the best sort: "*Trichoderma* sp; bacteria (3.27 E+06 UFC/gr. Ground; 3,01E+06 UFC/100 gr. Ground); and the smaller populations of Nematodes (0 IND /100 gr. Ground). Referring to the relation Cost/benefits, the treatments that they obtained major gain

were the T2 treatments (100 kg of Gallinaza + 100 kg of Strubble + 20 cc of efficient Microorganisms) and the T4 (100 kg of Gallinaza + 100 kg of Strubble) T2 (14.18%), T4 (14.43%), which obtained a gain of 0.86 new suns by each inverted sun.

Key words: Abonos orgánicos, rastrojos, Microorganismos eficientes, *Trichoderma* sp.

ANEXOS

Anexo 1: Cantidad de compost producido en cada tratamiento

TTO ^J	BLOQUE	CANTIDAD	CANTIDAD	% DE
		INICIAL (Kg)	FINAL (Kg)	REDUCCIÓN
T1	I	200	130.34	34.83
T1	II	200	114.51	42.75
T1	III	200	97.38	51.31
T2	I	200	170.48	14.76
T2	II	200	150.73	24.64
T2	III	200	131.39	34.31
T3	I	200	109.41	45.295
T3	II	200	101.35	49.33
T3	III	200	110.64	44.68
T4	I	200	150.38	24.81
T4	II	200	143.45	28.275
T4	III	200	142.51	28.745
T5	I	200	100.93	49.535
T5	II	200	90.98	54.51
T5	III	200	85.86	57.07

^JTratamiento

Anexo 2: Temperatura de los tratamientos durante el proceso de compostaje.

FECHAS	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
11/06/2009	35,11	50,33	38,33	48,67	39,22
13/06/2009	40,89	52,78	45,33	35,61	40,22
15/06/2009	47,33	48,89	45,89	53,33	44,33
17/06/2009	50,11	46,78	47	46,33	46,33
19/06/2009	47,67	42,67	45,56	43,44	42,89
21/06/2009	43,55	35,67	43,89	39,89	37,56
23/06/2009	42,78	36,78	41,78	38,22	35,45
25/06/2009	43,33	37,56	41,67	37	36,78
27/06/2009	44,11	37	42,11	36,56	38
29/06/2009	41	39,11	39,78	38,66	37,11
01/07/2009	39	40,78	37,78	40,22	37,78
03/07/2009	38	42,11	36,78	40,89	35
05/07/2009	36,22	37,33	34,89	36,78	35
07/07/2009	40,34	38,89	38,56	38,11	37,11
09/07/2009	38,11	37,33	37,45	37,11	36,67
11/07/2009	39,66	37,78	38,44	38,67	37,89
13/07/2009	37,55	36,44	37,66	36,78	36,33
15/07/2009	38,66	37,22	38,22	36,56	36,89
17/07/2009	39	37,67	39,22	37,78	37,78
19/07/2009	37,11	36,45	37,89	36,78	36,67
21/07/2009	37	35,33	35,33	35,11	35,45
23/07/2009	37,11	36,11	36,44	35,11	37,11
25/07/2009	36,89	35,56	35,44	34,89	36,67
27/07/2009	36,78	34,33	35,33	34,22	36,67
29/07/2009	36,22	33,89	35	34,22	35,44
31/07/2009	36	33,33	35,33	33,78	35,78
02/08/2009	35,78	33,11	35,11	33,44	35,67
04/08/2009	35,22	33,33	34,22	33,33	35,44
06/08/2009	35,67	34,89	34,22	33,33	35,33
08/08/2009	35,22	34,11	34,11	33,44	34,78

10/08/2009	33,89	33,78	33,33	33	34,33
12/08/2009	35	34,22	33,78	33,11	33,89
14/08/2009	34,33	34	33,44	33	34,78
16/08/2009	35,22	34,44	33,44	33	35,11
18/08/2009	35,67	34,67	34,11	33,22	34,56
20/08/2009	35,11	34,11	33,78	33,67	35
22/08/2009	34	33,67	33,33	33,44	34,22
24/08/2009	35,22	34	33,67	33,44	34,22
26/08/2009	35,22	34,33	33,78	33,66	34,56
28/08/2009	35,78	34,66	34	33,33	34

FECHAS	TRATAMIENTOS				
	T1	T2	T3	T4	T5
30/08/2009	34,33	33,67	33,33	32,67	35
01/09/2009	34,55	33,89	33,22	32,78	35,56
03/09/2009	34,89	33,45	32,78	32,67	33,67
05/09/2009	34,45	33,44	33	33,11	34,22
07/09/2009	35,56	34	34	33,33	36
09/09/2009	35,11	33,78	33,56	33,22	34,67
11/09/2009	34,45	33,56	33,11	32,78	34,56
13/09/2009	33,45	33,33	32,55	32,67	33,45
15/09/2009	34,11	32,67	32,56	32,44	33,22
17/09/2009	33,67	32,78	32,22	32,44	33,33
19/09/2009	33,55	33,11	32,67	32,56	32,89
21/09/2009	34,11	32,89	32,89	32,44	33,22
23/09/2009	33,11	32,56	32,78	32,44	33,22
25/09/2009	33,11	32,67	32,44	32,56	33
27/09/2009	33,55	33	32,89	32,44	33
29/09/2009	33,44	32,78	32,56	32,44	32,78
01/10/2009	33,89	32,78	32,55	32,11	33,11
03/10/2009	33	32,44	32,55	32,11	32,89
05/10/2009	32,55	32,22	32,22	32,11	32,89
07/10/2009	32,78	32,56	32,67	32	32,89
09/10/2009	33,33	32,89	32,33	32,22	32,89

11/10/2009	33,22	32,56	32,89	32,56	32,89
13/10/2009	33	32,44	32,56	32,33	33
15/10/2009	32,78	32,22	32,22	32	32,45
17/10/2009	33	32,44	32,11	32	32,33
19/10/2009	32,89	32,33	32,33	32,44	32,56
21/10/2009	32,78	31,78	31,89	32	32,11
23/10/2009	32,55	32,11	32,22	32	32,44
25/10/2009	33	32	32,33	31,89	32,11
27/10/2009	32,56	32,22	32,22	32,11	32,56
29/10/2009	32,89	32,22	32,44	32	32,67
31/10/2009	32,89	32,44	32,55	32,33	32,56
02/11/2009	32,89	32,78	32,89	32,89	32,89
04/11/2009	32,89	32,89	33,44	32,67	32,78
06/11/2009	33	32,78	32,89	32,78	32,89
08/11/2009	33,11	32,89	33,11	33,11	32,78
10/11/2009	33,33	33,67	33,33	33,44	33,11
12/11/2009	32,78	32,78	32,78	32,67	32,78
14/11/2009	33,11	32,89	32,78	32,78	32,67
16/11/2009	33,22	33,22	33,11	33,11	33
18/11/2009	32,44	32,33	32,67	32,22	32,33
20/11/2009	33	32,78	33	32,56	32,22
22/11/2009	33	32,89	32,89	32,89	33
24/11/2009	33	32,11	32,78	32,56	32,78

Anexo 3: Humedad de los tratamientos durante el proceso de compostaje.

Semana	Tratamientos				
Compost	T1	T2	T3	T4	T5
1	57,87	53,54	57,13	56,2	55,49
2	51,61	41,15	53,94	42,3	50,25
3	51,97	48,24	52,26	52,8	56,36
4	49,1	40,35	46,88	40,99	44,4
5	47,55	42,4	46,94	39,8	51,14
6	53,6	52,29	54,91	53,69	55,3
7	48,81	42,09	48,82	45,55	51,04
8	45,65	41,53	44,69	40,87	49,57
9	49,34	43,43	47,86	43,33	52,27
10	55,23	46,7	54,61	47,16	55,67
11	49,95	44,48	51	41,82	49,08
12	49,62	45,67	50,14	45,65	51,84
13	50,96	41,37	52,39	44,9	45,99
14	48,25	41,81	47,53	41,66	49,25
15	47,22	43,66	48,48	42,29	51,83
16	45,37	43,67	44,5	43,37	49,74
17	43,43	42,75	43,51	42,34	51,41
18	44,2	43,62	44,3	43,65	49,69
19	41,18	42,8	42,63	42,66	47,25
20	42,7	41,85	40,97	40,35	45,56
21	38,99	33,03	36,34	36,49	44,91

Anexo 4: Costo de producción del tratamiento T1.

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDADA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
A. Costos Directos				
1. HERRAMIENTAS Y MATERIALES				
1. Palana	Unidad	1	20,00/10	2
2. Machete	Unidad	2	7,00/5	2,8
3. Rastrillo	Unidad	1	12,00/10	1,2
4. Carretilla	Unidad	1	110,00/12	9,17
5. Manguera	metro	20	15,0/10	3
6. Sacos Negros	Unidad	10	1	10
7. Plástico negro	metro	5	3,00/2	7,5
8. Tubo de 4 pulgadas	Unidad	1	14,00/10	1,4
9. Balanza	Unidad	1	40,00/10	4
2. INSUMO				
10. EM. Compost	Mililitro	60	0,06	3,6
11. Vacaza	Kg	300	0,015	4,5
3. SERVICIOS				
12. Recojo de Rastrojo de Maracuyá	Jornal	0,5	14	7
13. Recojo de Rastrojo de Maleza	Jornal	0,75	14	10,5
14. Recojo de Rastrojo de Piña	Jornal	0,5	14	7
15. Recojo de Cáscara de Cacao	Jornal	0,5	14	7
16. Picado de Rastrojos	Jornal	1,5	14	21
17. Picada de Cáscara de Cacao	Jornal	0,25	14	3,5
18. Traslado de Vacaza	Saco	6	1	6
19. Hoyos en el Tubo	Jornal	0,5	14	7
20. Formación de Rumas	Jornal	0,5	14	7
21. Mantenimiento de Rumas	Jornal	2	14	28
TOTAL				153,17

Anexo 5: Costo de producción del tratamiento T2.

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
A. Costos Directos				
1. HERRAMIENTAS Y MATERIALES				
1. Palana	Unidad	1	20,00/10	2
2. Machete	Unidad	2	7,00/5	2,8
3. Rastrillo	Unidad	1	12,00/10	1,2
4. Carretilla	Unidad	1	110,00/12	9,17
5. Manguera	metro	20	15,0/10	3
6. Sacos Negros	Unidad	10	1	10
7. Plástico negro	metro	5	3,00/2	7,5
8. Tubo de 4 pulgadas	Unidad	1	14,00/10	1,4
9. Balanza	Unidad	1	40,00/10	4
2. INSUMO				
10. EM. Compost	Mililitro	60	0,06	3,6
11. Gallinaza	Kg	300	0,02	6
3. SERVICIOS				
12. Recojo de Rastrojo de Maracuyá	Jornal	0,5	14	7
13. Recojo de Rastrojo de Maleza	Jornal	0,75	14	10,5
14. Recojo de Rastrojo de Piña	Jornal	0,5	14	7
15. Recojo de Cáscara de Cacao	Jornal	0,5	14	7
16. Picado de Rastrojos	Jornal	1,5	14	21
17. Picada de Cáscara de Cacao	Jornal	0,25	14	3,5
18. Traslado de Gallinaza	Saco	6	1	6
19. Hoyos en el Tubo	Jornal	0,5	14	7
20. Formación de Rumas	Jornal	0,5	14	7
21. Mantenimiento de Rumas	Jornal	3	14	42
TOTAL				168,67

Anexo 6: Costo de producción del tratamiento T3.

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
A. Costos Directos				
1. HERRAMIENTAS Y MATERIALES				
1. Palana	Unidad	1	20,00/10	2
2. Machete	Unidad	2	7,00/5	2,8
3. Rastrillo	Unidad	1	12,00/10	1,2
4. Carretilla	Unidad	1	110,00/12	9,17
5. Manguera	metro	20	15,0/10	3
6. Sacos Negros	Unidad	10	1	10
7. Plástico negro	metro	5	3,00/2	7,5
8. Tubo de 4 pulgadas	Unidad	1	14,00/10	1,4
9. Balanza	Unidad	1	40,00/10	4
2. INSUMO				
10. Vacaza	Kg	300	0,015	4,5
3. SERVICIOS				
11. Recojo de Rastrojo de Maracuyá	Jornal	0,5	14	7
12. Recojo de Rastrojo de Maleza	Jornal	0,75	14	10,5
13. Recojo de Rastrojo de Piña	Jornal	0,5	14	7
14. Recojo de Cáscara de Cacao	Jornal	0,5	14	7
15. Picado de Rastrojos	Jornal	1,5	14	21
16. Picada de Cáscara de Cacao	Jornal	0,25	14	3,5
17. Traslado de Vacaza	sacos	6	1	6
18. Hoyos en el Tubo	Jornal	0,5	14	7
19. Formación de Rumas	Jornal	0,5	14	7
20. Mantenimiento de Rumas	Jornal	2	14	28
TOTAL				149,57

Anexo 7: Costo de producción del tratamiento T4.

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
A. Costos Directos				
1. HERRAMIENTAS Y MATERIALES				
1. Palana	Unidad	1	20,00/10	2
2. Machete	Unidad	2	7,00/5	2,8
3. Rastrillo	Unidad	1	12,00/10	1,2
4. Carretilla	Unidad	1	110,00/12	9,17
5. Manguera	metro	20	15,0/10	3
6. Sacos Negros	Unidad	10	1	10
7. Plástico negro	metro	5	3,00/2	7,5
8. Tubo de 4 pulgadas	Unidad	1	14,00/10	1,4
9. Balanza	Unidad	1	40,00/10	4
2. INSUMO				
10. Gallinaza	Kg	300	0,02	6
3. SERVICIOS				
11. Recojo de Rastrojo de Maracuyá	Jornal	0,5	14	7
12. Recojo de Rastrojo de Maleza	Jornal	0,75	14	10,5
13. Recojo de Rastrojo de Piña	Jornal	0,5	14	7
14. Recojo de Cáscara de Cacao	Jornal	0,5	14	7
15. Picado de Rastrojos	Jornal	1,5	14	21
16. Picada de Cáscara de Cacao	Jornal	0,25	14	3,5
17. Traslado de Gallinaza	Saco	6	1	6
18. Hoyos en el Tubo	Jornal	0,5	14	7
19. Formación de Rumas	Jornal	0,5	14	7
20. Mantenimiento de Rumas	Jornal	3	14	42
TOTAL				165,07

Anexo 8: Costo de producción del tratamiento T5.

RUBRO	UNIDAD DE MEDIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
A. Costos Directos				
1. HERRAMIENTAS Y MATERIALES				
1. Palana	Unidad	1	20,00/10	2
2. Machete	Unidad	2	7,00/5	2,8
3. Rastrillo	Unidad	1	12,00/10	1,2
4. Carretilla	Unidad	1	110,00/12	9,17
5. Manguera	metro	20	15,0/10	3
6. Sacos Negros	Unidad	10	1	10
7. Plástico negro	metro	5	3,00/2	7,5
8. Tubo de 4 pulgadas	Unidad	1	14,00/10	1,4
9. Balanza	Unidad	1	40,00/10	4
2. INSUMO				
10. Gallinaza	Kg	300	0,02	6
3. SERVICIOS				
11. Recojo de Rastrojo de Maracuyá	Jornal	1	14	14
12. Recojo de Rastrojo de Maleza	Jornal	1,5	14	21
13. Recojo de Rastrojo de Piña	Jornal	1	14	14
14. Recojo de Cáscara de Cacao	Jornal	0,5	14	7
15. Picado de Rastrojos	Jornal	3	14	42
16. Picada de Cáscara de Cacao	Jornal	0,5	14	7
17. Hoyos en el Tubo	Jornal	0,5	14	7
18. Formación de Rumas	Jornal	1	14	14
19. Mantenimiento de Rumas	Jornal	4	14	56
TOTAL				229,07

Anexo 9: Análisis de Varianza, en cada una de los Tiempos evaluadas en los Tratamientos, de cada variable evaluada.

VARIABLES	FV	GL	SC						CM						FC						Ft (0,05-0,01)
			15	45	75	105	135	165	15	45	75	105	135	165	15	45	75	105	135	165	
% HUM. COM	TTO	4	16,56	13,93	21,59	7,41	9,63	3,53	4,14	3,48	5,4	1,85	2,41	0,88	0,22NS	0,35NS	0,28NS	0,10NS	2,83NS	0,57NS	3,84-7,01
% HUM. COM	BLOCKS	2	1,24	2,72	0,04	2,62	0,27	3,24	0,62	1,36	0,02	1,31	0,14	1,62	0,03NS	0,14NS	0,00NS	0,07NS	0,16NS	1,05NS	4,46-8,65
% HUM. COM	Error	8	147,97	79,63	153,42	144,35	6,8	12,29	18,5	9,95	19,18	18,04	0,85	1,54							
% HUM. COM	Total	14	165,77	96,28	175,04	154,38	16,69	19,07													
TEMPER COM	TTO	4	27,2	5,7	6,93	4,95	1,31	0,14	6,8	1,43	1,73	1,24	0,33	0,04	0,95NS	11,29**	106,62**	35,36**	11,39**	14,00**	3,84-7,01
TEMPER COM	BLOCKS	2	12,49	0,9	0,13	0,44	0,5	0,1	6,25	0,45	0,07	0,22	0,25	0,05	0,87NS	3,56NS	4,00NS	6,29*	8,70*	20,00**	4,46-8,65
TEMPER COM	Error	8	57,38	1,01	0,13	0,28	0,23	0,02	7,17	0,13	0,02	0,04	0,03	0							
TEMPER COM	Total	14	97,06	7,61	7,18	5,66	2,05	0,26													
POT. HIDR	TTO	4	1,22	3,82	5,18	3,69	4,25	1,95	0,31	0,96	1,3	0,92	1,06	0,49	11,62 **	47,75**	207,20**	12,51**	13,93**	1,69NS	3,84-7,01
POT. HIDR	BLOCKS	2	0	0,16	0,02	0,15	0,17	0,61	0	0,08	0,01	0,08	0,09	0,31	0,01NS	4,00NS	1,60NS	1,02NS	1,11NS	1,06NS	4,46-8,65
POT. HIDR	Error	8	0,21	0,16	0,05	0,59	0,61	2,31	0,03	0,02	0,01	0,07	0,08	0,29							
POT. HIDR	Total	14	1,43	4,14	5,25	4,43	5,03	4,87													
CE	TTO	4	303,65	145,24	141,3	55,33	93,62	53,25	75,91	36,31	35,33	13,83	23,41	13,31	51,95**	33,78**	37,63**	4,39*	13,90**	2,50NS	3,84-7,01
CE	BLOCKS	2	3,86	1,01	0,3	2,76	3,1	1,65	1,93	0,51	0,15	1,38	1,55	0,83	1,32NS	0,47NS	0,16NS	0,44NS	0,92NS	0,15NS	4,46-8,65
CE	Error	8	11,69	8,6	7,51	25,23	13,47	42,62	1,46	1,08	0,94	3,15	1,68	5,33							
CE	Total	14	319,19	154,84	149,12	83,33	110,2	97,52													
M.O	TTO	4	769,98	3,47	21,38	33,63	68,72	29,79	192,5	0,87	5,35	8,41	17,18	7,45	1,44NS	0,37NS	2,56NS	2,68NS	1,23NS	5,57**	3,84-7,01
M.O	BLOCKS	2	772,68	33,83	9,91	5,07	62,86	0,18	386,34	16,92	4,96	2,54	31,43	0,09	2,88NS	7,26*	2,37NS	0,81NS	2,25NS	0,07NS	4,46-8,65
M.O	Error	8	1073,06	18,65	16,72	25,06	111,84	10,69	134,13	2,33	2,09	3,13	13,98	1,34							
M.O	Total	14	2615,72	55,95	48,01	63,76	243,41	40,67													
CARBONO	TTO	4	306,37	1,6	10,14	16,51	35,55	14,68	76,59	0,4	2,54	4,13	8,89	3,67	1,40NS	0,37NS	2,55NS	2,74NS	1,25NS	5,56*	3,84-7,01
CARBONO	BLOCKS	2	302,34	15,85	4,58	2,44	31,7	0,1	151,17	7,93	2,29	1,22	15,85	0,05	2,77NS	7,27*	2,31NS	0,81NS	2,22NS	0,08NS	4,46-8,65
CARBONO	Error	8	436,79	8,72	7,94	12,06	57,09	5,28	54,6	1,09	0,99	1,51	7,14	0,66							
CARBONO	Total	14	1045,51	26,16	22,66	31,01	124,35	20,06													
NITÓGENO	TTO	4	5,33	6,54	4,06	4,02	3,56	4,35	1,33	1,64	1,02	1,01	0,89	1,09	30,46**	12,82**	5,93*	7,38**	3,54NS	9,89**	3,84-7,01
NITÓGENO	BLOCKS	2	0,7	0,23	0,01	0,29	0,77	1,1	0,35	0,12	0,01	0,15	0,39	0,55	8,00*	0,90NS	0,03NS	1,06NS	1,53NS	5,00*	4,46-8,65
NITÓGENO	Error	8	0,35	1,02	1,37	1,09	2,01	0,88	0,04	0,13	0,17	0,14	0,25	0,11							
NITÓGENO	Total	14	6,39	7,79	5,44	5,39	6,34	6,33													

* : Diferencias Significativas

** : Diferencias Altamente Significativas

NS : No Significativo

VARIABLES	FV	GL	SC						CM						FC						Ft (0,05-0,01)
			15	45	75	105	135	165	15	45	75	105	135	165	15	45	75	105	135	165	
C/N	TTO	4	181,22	107,75	64,91	51,63	34,85	94,55	45,31	26,94	16,23	12,91	8,71	23,64	1,61NS	14,25**	9,96**	7,58**	0,90NS	10,91**	3,84-7,01
C/N	BLOCKS	2	147,79	2,28	4,25	7,28	13,98	14,93	73,9	1,14	2,13	3,64	6,99	7,47	2,62NS	0,60NS	1,30NS	2,14NS	0,72NS	3,45NS	4,46-8,65
C/N	Error	8	225,48	15,12	13,04	13,62	77,6	17,33	28,19	1,89	1,63	1,7	9,7	2,17							
C/N	Total	14	554,49	125,15	82,2	72,53	126,43	126,81													
FÓSFORO	TTO	4	249,81	211,07	227,87	253,41	99,05	93,54	62,45	52,77	56,97	63,35	24,76	23,39	91,84**	781,74**	396,30**	187,02**	309,53**	140,66**	3,84-7,01
FÓSFORO	BLOCKS	2	2,62	0,42	0,02	2,58	0,14	1,14	1,31	0,21	0,01	1,29	0,07	0,57	1,93NS	3,11NS	0,07NS	3,81NS	0,88NS	3,43NS	4,46-8,65
FÓSFORO	Error	8	5,44	0,54	1,15	2,71	0,64	1,33	0,68	0,07	0,14	0,34	0,08	0,17							
FÓSFORO	Total	14	257,87	212,04	229,04	258,7	99,83	96,02													
POTASIO	TTO	4	5,86	0,79	1,95	5,2	4,61	5,28	1,47	0,2	0,49	1,3	1,15	1,32	9,09**	2,47NS	2,65NS	3,00NS	1,79NS	3,24NS	3,84-7,01
POTASIO	BLOCKS	2	0,31	0,55	0,31	1,02	0,32	0,77	0,16	0,28	0,16	0,51	0,16	0,39	0,96NS	3,44NS	0,84NS	1,18NS	0,25NS	0,94NS	4,46-8,65
POTASIO	Error	8	1,29	0,64	1,47	3,47	5,16	3,26	0,16	0,08	0,18	0,43	0,65	0,41							
POTASIO	Total	14	7,45	1,98	3,72	9,7	10,09	9,31													
AZUFRE	TTO	4	32,31	1,93	29,12	28,73	4,69	35,94	8,08	0,48	7,28	7,18	1,17	8,99	222,83**	6,43*	3,67NS	24,98**	6,80*	0,71NS	3,84-7,01
AZUFRE	BLOCKS	2	0,18	0,03	29,96	0,6	0,29	23,56	0,09	0,02	14,98	0,3	0,15	11,78	2,48NS	0,20NS	7,56NS	1,04NS	0,84NS	0,93NS	4,46-8,65
AZUFRE	Error	8	0,29	0,6	15,85	2,3	1,38	101,88	0,04	0,08	1,98	0,29	0,17	12,74							
AZUFRE	Total	14	32,79	2,55	74,94	31,63	6,35	161,38													
CALCIO	TTO	4	346,98	322,43	357,37	332,69	301,59	243,41	86,75	80,61	89,34	83,17	75,4	60,85	98,71**	341,20**	225,47**	111,45**	391,68**	973,64**	3,84-7,01
CALCIO	BLOCKS	2	5,07	0,46	2,18	1,93	1,36	1,32	2,54	0,23	1,09	0,97	0,68	0,66	2,88NS	0,97NS	2,75NS	1,29NS	3,53NS	10,56**	4,46-8,65
CALCIO	Error	8	7,03	1,89	3,17	5,97	1,54	0,5	0,88	0,24	0,4	0,75	0,19	0,06							
CALCIO	Total	14	359,07	324,77	362,72	340,58	304,49	245,22													
MAGNESIO	TTO	4	25,58	20,3	29,39	26,06	22,54	18,55	6,4	5,08	7,35	6,52	5,64	4,64	86,71**	193,33**	452,15**	93,07**	128,80**	15,33**	3,84-7,01
MAGNESIO	BLOCKS	2	0,09	0,27	0,07	0,6	0,15	1,93	0,05	0,14	0,04	0,3	0,08	0,97	0,61NS	5,14*	2,15NS	4,29NS	1,71NS	3,19NS	4,46-8,65
MAGNESIO	Error	8	0,59	0,21	0,13	0,56	0,35	2,42	0,07	0,03	0,02	0,07	0,04	0,3							
MAGNESIO	Total	14	26,25	20,78	29,59	27,23	23,04	22,89													
MANGANESO	TTO	4	409,44	465,53	692,19	485,87	323,91	425,01	102,36	116,38	173,05	121,47	80,98	106,25	39,60**	94,33**	63,47**	81,39**	966,90**	36,67**	3,84-7,01
MANGANESO	BLOCKS	2	0,2	0,88	12,22	13,35	1,89	13,48	0,1	0,44	6,11	6,68	0,95	6,74	0,04NS	0,36NS	2,24NS	4,47*	11,28**	2,33NS	4,46-8,65
MANGANESO	Error	8	20,68	9,87	21,81	11,94	0,67	23,18	2,59	1,23	2,73	1,49	0,08	2,9							
MANGANESO	Total	14	430,32	476,29	726,22	511,15	326,48	461,67													

* : Diferencias Significativas

** : Diferencias Altamente Significativas

NS : No Significativo

Anexo 10: Coeficientes de Correlación para las variables evaluadas al final del proceso de Compostaje.

VARIABLES	pH	C.E. dS/m	CO	M.O	N	P	Potasio	Calcio	Magnesio	S-SO4-2	Sodio	Zinc	Cobre	Manganeso	Hierro	Boro	HONGOS	BACTERIAS	NEMATODOS	TEMPERATURA	HUMEDAD
pH	-----	-0,13NS	-0,24	-0,24	-0,04NS	-0,39NS	0,27NS	-0,35NS	-0,4NS	0,19NS	-0,05NS	-0,37NS	-0,37NS	-0,45NS	-0,35NS	-0,21NS	0,06NS	-0,49NS	-0,04NS	0,41NS	0,05NS
C.E. dS/m		-----	-0,18NS	-0,18NS	0,52*	0,53*	0,81**	0,5NS	0,26NS	-0,23NS	0,8**	0,54*	0,56*	0,48NS	0,29NS	0,15NS	0,24NS	0,04NS	-0,63NS	0,07NS	-0,24NS
CO			-----	1**	-0,11NS	-0,14NS	-0,14NS	-0,19NS	-0,3NS	0,13NS	-0,46NS	-0,16NS	-0,19NS	-0,04NS	-0,17NS	0,37NS	0,09NS	0,47NS	-0,17NS	-0,35NS	-0,18NS
M.O				-----	-0,11NS	-0,14NS	-0,14NS	-0,18NS	-0,3NS	0,13NS	0,46NS	-0,16NS	-0,19NS	-0,04NS	-0,17NS	0,37NS	0,09NS	0,47NS	-0,17NS	-0,35NS	-0,18NS
N					-----	0,67**	0,62**	0,83**	0,7**	0,08NS	0,81**	0,86**	0,75**	0,85**	0,14NS	0,22NS	0,72**	0,41NS	-0,42NS	-0,53*	-0,3NS
P						-----	0,45NS	0,96**	0,88**	-0,1NS	0,83**	0,99**	0,92**	0,97**	0,35NS	0,08NS	0,72**	0,41NS	-0,42NS	-0,53*	-0,3NS
Potasio							-----	0,43NS	0,13NS	0,98**	0,74**	0,44NS	0,39NS	0,39NS	0,02NS	0,21NS	0,47NS	0,02NS	-0,68**	-0,03NS	-0,18NS
Calcio								-----	0,87**	0,81**	0,83**	0,99**	0,93**	0,94**	0,34NS	-0,03NS	0,63**	0,4NS	-0,41NS	-0,53*	-0,13NS
Magnesio									-----	0,46**	0,68**	0,88**	0,8**	0,83**	0,32NS	0,05NS	0,52*	0,35NS	0,04NS	-0,55*	-0,08NS
S-SO4-2										-----	-0,12NS	-0,08NS	-0,08NS	-0,07NS	3,10E-05NS	-0,03NS	0,05NS	0,45NS	-0,25NS	-0,13NS	0,1NS
Sodio											-----	0,84**	0,77**	0,75**	0,28NS	-0,04NS	0,57*	0,12NS	-0,53*	-0,16NS	-0,15NS
Zinc												-----	0,95**	0,87**	0,38NS	0,05NS	0,6*	0,44NS	-0,41NS	-0,52*	-0,18NS
Cobre													-----	0,9**	0,59*	0,03NS	0,41NS	0,36NS	-0,38NS	-0,42NS	-0,13NS
Manganeso														-----	0,32NS	0,13NS	0,55*	0,56*	-0,39NS	-0,57*	-0,28NS
Hierro															-----	0,08NS	-0,27NS	-0,04NS	-0,16NS	-0,02NS	0,04NS
Boro																-----	-1,90E-03NS	0,28NS	0,09NS	-0,42NS	-0,03NS
HONGOS																	-----	0,33NS	-0,33NS	-0,43NS	-0,01NS
BACTERIAS																		-----	-0,22NS	-0,59*	-0,25NS
NEMATODOS																			-----	-0,06NS	0,09NS
TEMPERATURA																				-----	0,36NS
HUMEDAD																					-----

r = 1 correlación perfecta.
 0'8 < r < 1 correlación muy alta.
 0'6 < r < 0'8 correlación alta.
 0'4 < r < 0'6 correlación moderada.
 0'2 < r < 0'4 correlación baja.
 0 < r < 0'2 correlación muy baja.
 r = 0 correlación nula

DIFENCIA SIGNIFICATIVA (p < 0,05)

**= ALTAMENTE SIGNIFICATIVO

*=SIGNIFICATIVO

NS=NO SIGNIFICATIVO